COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JANVIER 1879.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Troisième réponse à M.* Berthelot; par M. **Pasteur.**

« Mon savant confrère M. Berthelot écrivait le 6 janvier :

« .... Je n'ai pas coutume de caractériser moi-même la méthode et la logique de mes contradicteurs : ce sont là des sujets que je préfère laisser au jugement du public compétent. »

» Malheureusement, l'homme est ondoyant et divers, car voici le jugement que M. Berthelot porte sur ma méthode et ma logique au commencement de sa dernière Note à laquelle je réponds :

« .... Je n'insisterais point, s'il ne pouvait résulter un grave dommage pour la Science de cette confusion perpétuelle et presque inconsciente entre ce qui est prouvé et ce qui ne l'est pas. »

» Il y a à ce jugement, qui donne un si gros démenti à la solennelle déclaration du 6 janvier, une contre-partie piquante :

« .... La conjecture, dit-il, et l'hypothèse sont légitimes, sans aucun doute, dans la Science, mais à la condition de ne pas les imposer au lecteur et d'en maintenir le véritable caractère, ce que j'ai toujours pris soin de faire d'abord. »

» Voilà donc nos mérites respectifs bien et dûment appréciés : moi, je confonds perpétuellement et inconsciemment ce qui est prouvé et ce qui ne l'est pas; M. Berthelot a toujours pris soin de ne pas commettre cette faute. Voyons si cette double appréciation, ramenée aux dimensions de la vérité, ne se transformerait pas dans celle de cette vieille et toujours jeune histoire de la paille et de la poutre.

» L'Académie sait, à n'en pas douter, de quoi il s'agit. La discussion porte sur la question des êtres *anaérobies* et sur la manière dont ils se comportent vis-à-vis des substances fermentescibles. C'est sur ce point que M. Berthelot nous assure qu'il sépare toujours nettement pour le lecteur ce qui est prouvé de ce qui ne l'est pas. Mais comment pourriez-vous faire autrement? dirai-je à mon savant ami. Vous avez fait des hypothèses sur le point en litige, et non des observations ou des expériences qui vous soient personnelles; aussi la séparation que vous vous targuez d'avoir toujours faite entre ce qui est prouvé et ce qui ne l'est pas était chose inutile ou tout accomplie. Vos hypothèses étant seules, vous n'aviez pas à les séparer de ce que vous aviez prouvé.

» Considérons d'autre part le jugement porté par mon savant confrère sur la manière dont j'interprète les résultats de mes propres recherches.

» Il y a près de vingt-deux ans que j'ai commencé l'étude des fermentations proprement dites, puisque mon Mémoire sur la fermentation lactique a été lu à l'Académie le 30 novembre 1857. Il y a dix-huit ans, le 25 février 1861, que j'ai annoncé l'existence d'êtres *anaérobies* et leur caractère de ferments animés. — Qu'on me permette d'insister, en passant, sur ces deux intervalles de vingt-deux ans et de dix-huit ans de travaux ininterrompus et de faire remarquer que mes contradicteurs actuels, MM. Trécul et Berthelot, en sont, le premier à rechercher des preuves que j'ai pu me contredire, ce à quoi il ne parvient qu'en altérant des textes et en changeant l'acception vulgaire des mots; le second, M. Berthelot, à discuter sur une pointe d'aiguille les déductions les plus légitimes. Quel bon point, ajouterai-je en conséquence, donné par mes savants contradicteurs à la rigueur de mes études, et quels services ils rendent à celles-ci en prétendant les affaiblir!

» Quoi qu'il en soit, le jugement de M. Berthelot existe : *je confonds perpétuellement et presque inconsciemment ce qui est prouvé et ce qui ne l'est pas*. Je l'avoue avec empressement : à l'exemple de mes maîtres et de tous ceux qui ont le souci de la dignité du travail scientifique, à l'exemple, par conséquent, de mon éminent ami M. Berthelot, je ne crois pas avoir jamais produit une recherche quelconque sans la faire suivre de déductions

ou d'inductions. M. Berthelot dit dans sa dernière Note : « *La conjecture et* » *l'hypothèse sont légitimes dans la Science....* » Je suis complétement de cet avis, mais je préférerais qu'il eût dit l'*induction* au lieu de *l'hypothèse*. La signification de ces deux expressions n'est pas du tout la même. L'hypothèse est toujours plus ou moins loin des faits, l'induction les touche et leur est enchaînée. Or, que M. Berthelot me permette de le lui dire avec courtoisie, c'est ici que s'établit nettement, dans le débat actuel, la grande différence de nos méthodes respectives et de notre logique. J'ai la prétention de faire des inductions, tandis que mon confrère fait des hypothèses. Précisons ce double caractère.

» En 1861, je découvre que :

» 1° Le ferment de la fermentation butyrique est un vibrion ;

» 2° Ce vibrion peut vivre dans un milieu purement minéral qui tient en dissolution du sucre ou du lactate de chaux ;

» 3° Ce vibrion vit, se nourrit, se multiplie, s'engendre en dehors de toute participation du gaz oxygène libre;

» 4° Le contact de l'air le tue. En faisant passer un courant de gaz acide carbonique dans la liqueur où il va, vient, se divise par scission..., il continue de vivre, de se mouvoir, de s'engendrer. Au contraire, un courant d'air le fait tomber sans vie au fond des vases et arrête la fermentation qu'il déterminait auparavant.

» Ce sont là de grands résultats, qui ont inauguré une Physiologie nouvelle et si inattendue, que, après dix-huit années de développements et d'exemples nouveaux d'êtres anaérobies, Claude Bernard paraît les avoir méconnus dans leurs conséquences et leur vérité, et notre confrère M. Berthelot nous assure, à la fin de sa Note, qu'il est bien près d'en faire autant.

» En présence des beaux phénomènes que je rappelle, pouvais-je ne pas y voir une lumière inattendue sur le mystérieux phénomène de la fermentation? Pouvais-je ne pas tirer de ces faits une induction? Je dis *induction*, et non pas *hypothèse*. Oui, j'ai mis en rapport, dans une induction très-légitime, bien plus, obligée, le caractère de vie sans air et le caractère ferment, et je crois en avoir donné des preuves. N'y aurait-il d'ailleurs que les preuves de fait et de coïncidence, reconnues depuis lors, que mon induction me paraîtrait inattaquable dans l'état actuel de la Science. Ces preuves de fait et de coïncidence, les voici : toutes les fois qu'il y a vie sans air, il y a fermentation proprement dite ; toutes les fois qu'il y a fermentation proprement dite, on peut constater l'existence de la vie sans air, même dans le cas où l'oxygène libre intervient pour compliquer le phénomène, comme dans le cas de la fermentation alcoolique par la levûre, au contact de l'air.

» En résumé, la vie sans air, dans le cas des vibrions butyriques et chez tous les anaérobies qui ont été découverts jusqu'à présent, se montrant associée à la fermentation, c'est là qu'il faut chercher, suivant moi, l'explication du mystère des fermentations proprement dites. Sans avoir jamais eu la prétention d'entrer dans l'intimité des phénomènes, je remarque que, dans les cas de fermentation d'une matière fermentescible dans un milieu minéral, en dehors de toute participation du gaz oxygène libre et avec semence des germes de l'être anaérobie, celui-ci emprunte forcément tout le carbone et tout l'oxygène de ses matériaux au carbone et à l'oxygène de la matière fermentescible. L'organisme, tant qu'il vit, tant qu'il n'est pas transformé en corpuscules-germes et que ceux-ci n'ont pas repris leur vie active, tant qu'il y a de la matière fermentescible à décomposer, l'organisme touche à celle-ci incessamment et lui enlève les éléments carbone et oxygène. Il les réunit ensuite à sa manière par cette chimie vivante dont le secret nous échappe, il les réunit avec l'azote, le phosphore, le soufre, le potassium, etc. J'en conclus, et voici toute mon induction, que là est le principe de l'action décomposante qu'exerce le ferment vivant. Dans les faits que j'énumère, rien d'hypothétique, rien de donné à l'imagination. Quant à l'induction, n'est-elle pas enchaînée à ces faits?

» Veut-on traduire cette induction dans le langage nouveau de la théorie de la chaleur? on dira : L'être aérobie fait la chaleur dont il a besoin par les combustions résultant de l'absorption du gaz oxygène libre; l'être anaérobie fait la chaleur dont il a besoin en décomposant une matière dite *fermentescible* qui est de l'ordre des substances explosibles, susceptibles de dégager de la chaleur par leur décomposition. A l'état libre, l'être anaérobie est souvent si avide d'oxygène, que le simple contact de l'air le *brûle* et le détruit, et c'est dans cette affinité pour l'oxygène que doit résider, sans doute, le premier principe d'action de l'organisme microscopique sur la matière fermentescible. Avant de pouvoir donner de la chaleur par leur décomposition, il faut bien que ces matières soient provoquées à se décomposer.

» Voyons maintenant ce qu'est l'hypothèse. C'est M. Berthelot qui va nous en fournir l'exemple. Cet exemple, vous le connaissez déjà; je l'ai rappelé dans ma première réponse à M. Berthelot (séance du 30 décembre dernier). M. Berthelot n'a rien observé au sujet des anaérobies; mais, guidé par le fait de l'existence de *diastases* dans des phénomènes qui, dès le début de mes recherches, ont dû être distingués des fermentations que j'ai appelées *proprement dites*, qui sont aujourd'hui toutes les fermentations avec vie sans air, il fait les suppositions suivantes :

« 1° Dans la fermentation alcoolique il se produit peut-être un ferment alcoolique soluble.

» 2° Ce ferment soluble se consomme peut-être au fur et à mesure de sa production.

» 3° Il y a peut-être des conditions dans lesquelles ce ferment hypothétique se produirait en dose plus considérable que la quantité détruite. »

» Voilà le caractère de l'hypothèse, de l'hypothèse sans lien obligé avec les faits, de l'hypothèse revêtant toutes les formes, comparable à une cire molle dont on fait ce que l'on veut, à laquelle on ajoute ou l'on retranche à volonté, parce qu'elle n'est qu'une production de l'imagination.

» Des hypothèses comme celles-ci, ah! qu'elles donnent peu de peine, qu'elles coûtent peu d'efforts! Tous tant que nous sommes, chercheurs du vrai, et qui ne pouvons nous livrer à cette tâche ardue que par les idées d'expérimentation que nous suggère notre imagination, de telles hypothèses, pardonnez-moi la vulgarité de l'expression, nous les brassons à la pelle dans nos laboratoires, elles remplissent nos registres de projets d'expériences, elles nous invitent à la recherche, et voilà tout. Entre M. Berthelot et moi il y a cette différence, qu'à cette nature d'hypothèses jamais je ne fais voir le jour, si ce n'est lorsque j'ai reconnu qu'elles sont vraies et qu'elles permettent d'aller en avant. M. Berthelot, lui, les publie. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le développement de la fonction perturbatrice dans le cas où, les excentricités étant petites, l'inclinaison mutuelle des orbites est considérable* (¹); par M. F. Tisserand.

« Désignons par B_j le coefficient de $(\mu\nu)^j$ dans $Q_{0,0}^{(2n)}$; en tenant compte des formules (26) et (30), on trouvera aisément

$$(-1)^n B_0 = 1 - \frac{n^2}{(1)^2} + \frac{n^2(n^2-1^2)}{(1.2)^2} - \frac{n^2(n^2-1^2)(n^2-2^2)}{(1.2.3)^2} + \ldots,$$

$$(-1)^n B_1 = \frac{n^2}{(1)^2}1 - \frac{n^2(n^2-1^2)}{(1.2)^2}2 + \frac{n^2(n^2-1^2)(n^2-2^2)}{(1.2.3)^2}3 - \ldots,$$

....,

$$(-1)^n B_j = 2^j \frac{1.3.5\ldots(2j-1)}{(1.2.3\ldots j)^2}\left\{\frac{n^2(n^2-1^2)\ldots(n^2-\overline{j-1}^2)}{(1.2\ldots j)^2}[j(j-1)\ldots 2.1] - \frac{n^2(n^2-1^2)\ldots(n^2-j^2)}{(1.2\ldots j+1)^2}[(j+1)j\ldots 2] + \ldots\right\}.$$

(¹) Voir les *Comptes rendus* de la séance du 20 janvier.

Si l'on pose

$$(32)\ f(x) = 1 - \frac{n^2}{(1)^2}x + \frac{n^2(n^2-1^2)}{(1.2)^2}x^2 - \frac{n^2(n^2-1^2)(n^2-2^2)}{(1.2.3)^2}x^3 + \ldots,$$

on pourra écrire, comme on le voit aisément,

$$(32)\quad \left\{\begin{array}{l} (-1)^n B_0 = f(1), \\ (-1)^n B_1 = -f'(1), \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ (-1)^n B_j = (-1)^j \dfrac{1.3.5\ldots(2j-1)}{(1.2.3\ldots j)^2} 2^j f^{(j)}(1). \end{array}\right.$$

» De sorte que nous sommes ramenés à trouver les valeurs des dérivées des divers ordres du polynôme $f(x)$ pour $x = 1$.

» Or on a

$$(1-\zeta)^n = 1 - \frac{n}{1}\zeta + \frac{n(n-1)}{1.2}\zeta^2 - \frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3}\zeta^3 + \ldots,$$

$$\left(1 - \frac{x}{\zeta}\right)^{-n} = 1 + \frac{n}{1}\frac{x}{\zeta} + \frac{n(n+1)}{1.2}\frac{x^2}{\zeta^2} + \frac{n(n+1)(n+2)}{1.2.3}\frac{x^3}{\zeta^3} + \ldots,$$

avec la condition $\zeta > x$; on en conclut, en multipliant membre à membre, que $f(x)$ est la partie indépendante de ζ dans le développement de l'expression $(1-\zeta)^n\left(1-\frac{x}{\zeta}\right)^{-n}$; il est clair que $f^{(j)}(x)$ sera la partie indépendante de ζ dans le développement de

$$\frac{d^j}{dx^j}\left[(1-\zeta)^n\left(1-\frac{x}{\zeta}\right)^{-n}\right] = n(n+1)\ldots(n+j-1)\,\zeta^n(1-\zeta)^n(\zeta-x)^{-n-j};$$

faisons $x = 1$, il en résultera que $f^{(j)}(1)$ est le terme indépendant de ζ dans le développement de $(-1)^n\zeta^{n-j}\left(1-\frac{1}{\zeta}\right)^{-j}$, d'où

$$f^{(j)}(1) = (-1)^n n(n+1)(n+2)\ldots(n+j-1)\frac{j(j+1)\ldots(n-1)}{1.2\ldots(n-j)},$$

ce qui peut s'écrire, après une transformation facile,

$$(33)\qquad f^{(j)}(1) = (-1)^n \frac{n(n^2-1^2)(n^2-2^2)\ldots\left(n^2-\overline{j-1}^2\right)}{1.2.3\ldots(j-1)}.$$

» On a ensuite

$$(34)\quad B_j = (-1)^j 2n\left[\frac{(j+1)(j+2)\ldots(2j-1)}{1.2\ldots(j-1)}\right]^2 \frac{(n^2-1^2)(n^2-2^2)\ldots\left(n^2-\overline{j-1}^2\right)}{1.2\ldots(2j-1)}.$$

» On trouve directement

$$B_0 = 0, \quad B_1 = -2n,$$

et l'on a ainsi l'expression cherchée

$$(35)\quad Q_{0,0}^{(2n)} = 2n\mu\nu \left\{ \begin{array}{l} -1 + 9\dfrac{n^2-1^2}{1.2.3}\mu\nu - 100\dfrac{(n^2-1^2)(n^2-2^2)}{1.2.3.4.5}\mu^2\nu^2 \\ +1225\dfrac{(n^2-1^2)(n^2-2^2)(n^2-3^2)}{1.2.3.4.5.6.7}\mu^3\nu^3\ldots \\ +(-1)^{j-1}\left[\dfrac{(j+1)(j+2)\ldots(2j+1)}{1.2\ldots j}\right]^2 \dfrac{(n^2-1^2)(n^2-2^2)\ldots(n^2-j^2)}{1.2\ldots(2j+1)}(\mu\nu)^j+\ldots \end{array} \right\}.$$

» On pourra remplacer, dans cette formule, $\mu\nu$ par

$$\mu\nu = \sin^2\frac{J}{2}\cos^2\frac{J}{2} = \frac{1}{4}\sin^2 J.$$

» Voici les premières expressions de ces polynômes :

$$Q_{0,0}^{(2)} = -\frac{1}{2}\sin^2 J,$$

$$Q_{0,0}^{(4)} = \frac{1}{2}\sin^2 J\left(\frac{9}{4}\sin^2 J - 2\right),$$

$$Q_{0,0}^{(6)} = \frac{1}{2}\sin^2 J\left(-\frac{25}{4}\sin^4 J + 9\sin^2 J - 3\right),$$

$$Q_{0,0}^{(8)} = \frac{1}{2}\sin^2 J\left(\frac{1225}{64}\sin^6 J - \frac{75}{2}\sin^4 J + \frac{45}{2}\sin^2 J - 4\right).$$

» V. *Recherche de* $Q_{1,1}^{(2n)}$. — Nous nous reporterons aux formules (25) et (27); dans le terme général du développement de $(2\cos\nu)^{2i}$, pour avoir le terme en $\cos x \cos y$, il faudra faire $\gamma - \alpha = 1$, $\delta - \beta = 1$; nous désignerons par

$$1.2.3\ldots 2i\, K_{2i}$$

le coefficient de $\cos x \cos y$ dans le développement $(2\cos\nu)^{2i}$; nous trouverons aisément

$$(36)\qquad K_{2i} = \sum \frac{4\mu^{2\alpha+1}\nu^{2\beta+1}}{T_\alpha T_{\alpha+1} T_\beta T_{\beta+1}} = 4\mu\nu \sum \frac{\mu^{2\alpha}\nu^{2\beta}}{T_\alpha T_{\alpha+1} T_\beta T_{\beta+1}},$$

où le signe Σ s'étend à toutes les valeurs entières, nulles ou positives, de α

et β, satisfaisant à la condition

$$\alpha + \beta = i - 1.$$

» Si l'on remarque que le terme en $\cos x \cos y$, provenant de $(2\cos\nu)^2$ et calculé directement, est $8\mu\nu\cos x\cos y$, la formule (24) donnera

$$(37)\quad (-1)^{n+1} Q_{1,1}^{(2n)} = \mu\nu n^2 \left[1 - (n^2 - 1^2) K_2 + (n^2 - 1^2)(n^2 - 2^2) K_4 - (n^2 - 1^2)(n^2 - 2^2)(n^2 - 3^2) K_6 - \ldots\right].$$

» Il faut trouver l'expression de K_{2i}; en partant de (36), on peut écrire

$$(1.2.3\ldots i)^2 \mu\nu K_{2i} = \frac{i}{1}\mu\nu^{2i-1} + \frac{i}{1}\frac{i(i-1)}{1.2}\mu^3\nu^{2i-3} + \frac{i(i-1)}{1.2}\frac{i(i-1)(i-2)}{1.2.3}\mu^5\nu^{2i-5} + \ldots,$$

et, si l'on se reporte aux formules (29), on verra que le second membre de la formule précédente n'est autre chose que la moitié du coefficient de $\cos\psi$ dans le développement de $(\mu^2 + 2\mu\nu\cos\psi + \nu^2)^i$ suivant les cosinus des multiples de ψ; on aura donc

$$(1.2.3\ldots i)^2 \mu\nu K_{2i} = \frac{1}{\pi}\int_0^\pi (\mu^2 + 2\mu\nu\cos\psi + \nu^2)^i \cos\psi\, d\psi,$$

ou bien

$$(1.2.3\ldots i)^2 \mu\nu K_{2i} = \frac{2}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} (1 - 4\mu\nu\sin^2\varphi)^i \cos 2\varphi\, d\varphi;$$

en développant comme précédemment $(1 - 4\mu\nu\sin^2\varphi)^i$ par la formule du binôme, et effectuant les intégrations à l'aide de la formule suivante :

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2m}\varphi \cos 2\varphi\, d\varphi = -\frac{m}{m+1}\,\frac{1.3.5\ldots(2m-1)}{2.4.6\ldots 2m}\,\frac{\pi}{2},$$

on arrivera à l'expression suivante :

$$K_{2i} = \frac{i}{(1.2.3\ldots i)^2}\left[1 - 2\frac{i-1}{(1)^2}\mu\nu + 10\frac{(i-1)(i-2)}{(1.2)^2}\mu^2\nu^2 - \ldots + (-1)^j 4^{j+1}\frac{i(i-1)\ldots(i-j)}{1.2\ldots(j+1)}\,\frac{j+1}{j+2}\,\frac{1.3.5\ldots(2j+1)}{2.4.6\ldots(2j+2)}(\mu\nu)^j + \ldots\right].$$

Le terme général de cette expression peut être transformé comme il suit :

$$(38)\quad \begin{cases} K_{2i} = \dfrac{i}{(1.2.3\ldots i)^2}\Big[1 - 2\dfrac{i-1}{(1)^2}\mu\nu + 10\dfrac{(i-1)(i-2)}{(1.2)^2}\mu^2\nu^2 - \ldots \\ \qquad + (-1)^j 2(j+3)(j+4)\ldots(2j+1)\dfrac{(i-1)(i-2)\ldots(i-j)}{(1.2\ldots j)^2}(\mu\nu)^j + \ldots\Big]. \end{cases}$$

» Soit C_j le coefficient de $(\mu\nu)^{j+1}$ dans $Q_{1,1}^{(2n)}$; on trouvera, en tenant compte des formules (37) et (38),

$$(-1)^{n+1}C_j = 2\frac{(j+3)(j+4)\ldots(2j+1)}{(1.2\ldots j)^2}\Big\{\frac{n^2(n^2-1^2)\ldots(n^2-j^2)}{[1.2\ldots(j+1)]^2}[(j+1)j\ldots1] - \frac{n^2(n^2-1^2)\ldots(n^2-\overline{j+1}^2)}{[1.2\ldots(j+2)]^2}[(j+2)(j+1)\ldots2] + \ldots\Big\},$$

ce que l'on peut écrire, en se reportant à l'expression de $f(x)$:

$$(-1)^n C_j = 2(-1)^j\frac{(j+3)(j+4)\ldots(2j+1)}{(1.2\ldots j)^2}f^{(j+1)}(1)$$

ou bien, en tenant compte de la formule (33),

$$(39)\quad C_j = 2(-1)^j\frac{(j+3)(j+4)\ldots(2j+1)}{(1.2\ldots j)^2}\,\frac{n(n^2-1^2)(n^2-2^2)\ldots(n^2-j^2)}{1.2.3\ldots j},$$

et il en résulte, par une transformation facile, l'expression suivante pour $Q_{1,1}^{(2n)}$:

$$(40)\quad \begin{cases} Q_{1,1}^{(2n)} = \mu\nu n\Big\{1 - 12\dfrac{n^2-1^2}{1.2.3}\mu\nu + 150\dfrac{(n^2-1^2)(n^2-2^2)}{1.2.3.4.5}\mu^3\nu^3 - \ldots \\ \qquad + (-1)^j 2\dfrac{j+1}{j+2}\left[\dfrac{(j+2)(j+3)\ldots(2j+1)}{1.2\ldots j}\right]^2\dfrac{(n^2-1^2)(n^2-2^2)\ldots(n^2-j^2)}{1.2\ldots(2j+1)}(\mu\nu)^j + \ldots\Big\}. \end{cases}$$

» Voici les premières expressions de ce polynôme :

$$4Q_{1,1}^{(2)} = \sin^2 J,$$
$$4Q_{1,1}^{(4)} = 2\sin^2 J\left(1 - \frac{3}{2}\sin^2 J\right),$$
$$4Q_{1,1}^{(6)} = 3\sin^2 J\left(1 - 4\sin^2 J + \frac{25}{4}\sin^4 J\right),$$
$$4Q_{1,1}^{(8)} = 4\sin^2 J\left(1 - \frac{15}{2}\sin^2 J + \frac{225}{8}\sin^4 J - \frac{245}{16}\sin^6 J\right),$$

.... »

MÉCANIQUE. — *Sur une formule donnant approximativement le moment de torsion*. Note de M. DE SAINT-VENANT.

« 1. Dans nos Communications des 2 et 9 décembre 1878 (*Comptes rendus*, p. 849 et 893), nous avons appliqué à des prismes à base de secteurs pleins ou évidés les principes sur la torsion des pièces élastiques qui, exposés en 1847 et surtout en 1853 (*Savants étrangers*, t. XIV), puis adoptés par Cauchy en 1854 (*Comptes rendus*, 20 février, t. XXXVIII, p. 326), par M. Kirchhoff en 1859 (*Journal de Crelle*, t. VI), par Clebsch en 1862, enfin par MM. Thomson et Tait en 1867, ont été aussi confirmés par des expériences de Dulau, Savart, Wertheim.

» Si on les applique pour une torsion θ par unité de longueur d'un cylindre ayant pour section une ellipse dont les diamètres principaux sont $2b$, $2c$, on a pour le moment de torsion M_x, G représentant le *coefficient d'élasticité de glissement* supposé le même dans tous les sens transversaux,

$$(1) \qquad M_x = G\frac{\pi b^3 c^3}{b^2 + c^2}\theta.$$

» D'où, si l'on appelle $\sigma = \pi bc$ la superficie de la section, et

$$I_0 = \tfrac{1}{4}(\pi bc^3 + \pi b^3 c)$$

son moment d'inertie *polaire* pris autour du centre de gravité,

$$(2) \qquad \frac{M_x}{G\theta} = \varkappa\frac{\sigma^4}{I_0}, \quad \text{où} \quad \varkappa = \frac{1}{4\pi^2} = 0,025330 = \frac{1}{39,48}.$$

» Cette formule, où le coefficient numérique que nous appelons $\varkappa$ est le même quel que soit le rapport $b : c$ des dimensions principales de l'ellipse, montre que le moment de torsion, loin d'être proportionnel au moment polaire I_0 de la section (comme le veut une théorie trompeuse, encore enseignée, basée sur la fausse supposition que les sections restent planes), est, pour même superficie de section, *en raison inverse de ce moment d'inertie*.

» En y réfléchissant, on comprend qu'il en doit être généralement ainsi, car les sections allongées qui, à égale surface, ont le plus grand moment d'inertie polaire sont aussi celles auxquelles la torsion fait prendre le plus de cette incurvation, de ce *gauchissement*, qui diminue l'inclinaison prise par les fibres sur les normales à leurs éléments, surtout aux points les plus éloignés du centre, et, par conséquent, sont celles sur lesquelles les réactions élastiques développées ont le moment total M_x le plus petit.

» 2. Or il est remarquable que la formule (2) peut être appliquée non-seulement à des sections elliptiques, mais à des sections de toute forme, *en faisant varier fort peu la fraction que nous avons appelée* $\varkappa$.

» Nous avons en effet trouvé, au moyen des nombres que contient la Note du n° 156 de l'édition posthume (1864) des Leçons de Navier :

» Section rectangulaire ayant des côtés $2b, 2c$:

$$\text{Pour}\quad b=c, \qquad b=2c, \qquad b=4c, \qquad b=8c,$$

$$\varkappa = 0,0234 = \frac{1}{42,68}, \quad 0,0238 = \frac{1}{42}, \quad 0,0249 = \frac{1}{40,2}, \quad 0,0260 = \frac{1}{38,5}.$$

» Section carrée à angles arrondis en côtés légèrement concaves : $\varkappa = 0,0232$.

» Section en double spatule, du 4e degré, analogue à un rail de chemin de fer :

Épaisseur minimum $= 0,20$ et $0,14$ de la hauteur : $\varkappa = 0,0232$ et $0,0239$.

» Section en triangle isoscèle dont la base est le $0,4142$ de la hauteur : $\varkappa = 0,0234$.

» Et, d'après les résultats de la Note du 9 décembre 1878, on trouve :

» Sections en forme de secteurs de cercle [1] :

Angles au centre....	45°,	60°,	90°,	120°,	180°,
	$\varkappa = 0,0233$;	0,0230;	0,0236;	0,0246;	0,0245.

» Sections en secteurs évidés par des secteurs de rayon moitié moindre :

Angles au centre..... 60°, 120°, $\varkappa = 0,0237$ et $0,0228$.

» Mais pour des secteurs de plus de 180 degrés, c'est-à-dire à *angle rentrant*, cette sorte de loi ne s'observe plus.

» On voit donc qu'en se bornant aux sections de prismes pouvant être

---

(1) Dans ma Note du 2 décembre, j'ai parlé d'une singularité qui se rencontre quand, pour la détermination des petits déplacements longitudinaux de leurs points, on veut faire un certain usage d'une coordonnée logarithmique du système cylindrique isotherme de Lamé; et, le 9 du même mois, j'ai montré qu'elle n'offrait rien de paradoxal, mais conduisait à une sorte d'indétermination prouvant simplement que l'inconnue était mal choisie.

Un savant professeur vient de me faire apercevoir qu'une difficulté du même genre s'est présentée à M. Émile Mathieu pour un autre problème (*Physique mathématique*, Ch. III, n° 35, 1873), et que l'habile analyste l'a fait disparaître (p. 84) en remarquant que, dans le cas où elle se présente, les termes de la série Σ croissent par degrés infiniment petits, en sorte que cette série, comme dans la démonstration que Fourier a donnée de sa formule, peut être transformée en une intégrale de zéro à l'infini.

Cela ne change toujours rien à notre conclusion que, pour avoir des expressions calculables, il faut prendre, comme nous avons fait, une autre coordonnée que celle dont nous parlons.

employés, et même de prismes plats ou de rails, on ne se trompera jamais beaucoup en prenant généralement pour le moment de torsion

$$(3) \qquad M_x = \frac{1}{40}\frac{\sigma^4}{I_0} G\theta.$$

» 3. Ces résultats me paraissent propres à fixer l'attention sur la nécessité de faire subir, quant à la quote-part de la torsion, des rectifications à toutes les formules qui ont été données jusqu'ici pour déterminer les changements de forme que prend l'*axe* ou la *fibre moyenne* des pièces à simple ou à double courbure, quand elles sont soumises à des forces qui y agissent de plusieurs manières à la fois. Je commence par les miennes propres, de 1843. Sachant déjà alors que le moment de torsion M_x n'est pas égal à $GI_0\theta$ pour des sections de toute forme, mais n'en ayant pas encore déterminé les vraies valeurs, je croyais pouvoir leur attribuer, comme grande approximation, une expression dans laquelle rentre celle qu'avait trouvée Cauchy en 1829 pour les prismes à base rectangle, en se fondant sur une hypothèse abandonnée depuis, savoir : I_η et I_ζ étant les moments d'inertie *principaux* de la section parmi ceux qui sont pris autour de droites tracées sur elle par son centre de gravité,

$$M_x = G\theta \frac{4 I_\eta I_\zeta}{I_\eta + I_\zeta}.$$

Or mes recherches ultérieures m'ont montré que cette expression n'est vraie que pour des sections elliptiques.

» Mais les formules de déformations dont il s'agit cessent d'être défectueuses si seulement on y met, à la place de cette expression de M_x, celle

$$(4) \qquad \varkappa \frac{\sigma^4}{I_0} G\theta,$$

ou, plus simplement, si l'on y suppose

$$(5) \qquad M_x = GJ\theta,$$

J étant une fonction des dimensions transversales qui varie avec la forme des sections, et que la théorie nouvelle apprend à déterminer.

» En conséquence, si l'on nomme :

u, v, w les projections sur les trois axes coordonnés rectangles de x, y, z du petit déplacement du point quelconque (x, y, z) de la fibre moyenne passant par les centres de gravité de toutes les sections transversales σ;

s l'arc de cette fibre, compté depuis une première extrémité;

M_s, M_η, M_ζ le moment de torsion et les *deux moments principaux de flexion*, c'est-à-dire les moments : 1° autour de l'élément ds, 2° et 3° autour des deux axes principaux d'inertie, de directions η, ζ, de la section quelconque σ, de toutes les forces qui agissent sur la pièce depuis cette section jusqu'à la deuxième extrémité;

P_s la somme des composantes des mêmes forces perpendiculairement à σ;

E le coefficient d'élasticité d'extension longitudinale;

$I_\eta = \int \zeta^2 d\sigma$, $I_\zeta = \int \eta^2 d\sigma$, η et ζ étant, sur la section, les coordonnées de son élément $d\sigma$ par rapport aux deux axes principaux η, ζ;

ces formules de 1843, qui ramènent aux quadratures la solution du problème des déplacements quand ils sont très-petits, peuvent être écrites

$$(6) \quad \begin{cases} du = \dfrac{P_s}{E\sigma}\, dx + \mathfrak{Y}\, dz - \mathfrak{Z}\, dy, \\ dv = \dfrac{P_s}{E\sigma}\, dy + \mathfrak{Z}\, dx - \mathfrak{X}\, dz, \\ dw = \dfrac{P_s}{E\sigma}\, dz + \mathfrak{Y}\, dx - \mathfrak{X}\, dy, \end{cases}$$

où

$$(7) \quad \begin{cases} \mathfrak{X} = \displaystyle\int \left[\frac{M_s}{GJ} \frac{dx}{ds} + \frac{M_\eta}{EI_\eta} \cos(\eta, x) + \frac{M_\zeta}{EI_\zeta} \cos(\zeta, x) \right] ds, \\ \mathfrak{Y} = \displaystyle\int \left[\frac{M_s}{GJ} \frac{dy}{ds} + \frac{M_\eta}{EI_\eta} \cos(\eta, y) + \frac{M_\zeta}{EI_\zeta} \cos(\zeta, y) \right] ds, \\ \mathfrak{Z} = \displaystyle\int \left[\frac{M_s}{GJ} \frac{dz}{ds} + \frac{M_\eta}{EI_\eta} \cos(\eta, z) + \frac{M_\zeta}{EI_\zeta} \cos(\zeta, z) \right] ds \text{ (1)}. \end{cases}$$

» J'y suis arrivé à la suite d'une longue analyse ayant pour point de départ l'égalité nécessaire, pour l'équilibre mutuel des forces extérieures et intérieures, des trois quotients $\frac{M_s}{GJ}$, $\frac{M_\eta}{EI_\eta}$, $\frac{M_\zeta}{EI_\zeta}$, à des fonctions des petits changements ou des différentielles par δ, de l'élément d'arc ds, de la

(1) On suppose négligeable, comme il l'est presque toujours, l'effet de glissement latéral accompagnant les flexions inégales, et qui est dû aux efforts tranchants. En appelant P_η et P_ζ ces efforts, on en tiendrait compte en écrivant $\frac{M_\eta}{EI_\eta} - \frac{d}{ds}\gamma\frac{P_\eta}{G\sigma}$, $\frac{M_\zeta}{EI_\zeta} - \gamma'\frac{P_\zeta}{G\sigma}$ au lieu de $\frac{M_\eta}{EI_\eta}$, $\frac{M_\zeta}{EI_\zeta}$ dans ces expressions, γ et γ' étant deux nombres entre 1 et $\frac{3}{2}$ par lesquels il faut multiplier les quotients $\frac{P}{G\omega}$ pour avoir le *glissement central* ou l'inclinaison prise par l'élément du centre de la section sur la fibre moyenne, glissement toujours plus fort que le glissement moyen $\frac{P}{G\omega}$, vu que les sections s'infléchissent en doucine.

courbure désignée ordinairement par $\frac{ds}{\rho}$, et de la *cambrure* ou seconde courbure τ, de la fibre moyenne légèrement changée de forme; ce qui, en remplaçant finalement δx, δy, δz par u, v, w, donne trois équations différentielles du premier, du second et du troisième ordre en u, v, w, qui s'intègrent ou dont on tire du, dv, dw, quand on a éliminé deux de ces inconnues pour ne conserver que la troisième.

» Et j'ai fait à cette occasion la remarque que, par leur mode de composition (7), les quantités $\mathfrak{x}$, $\mathfrak{y}$, $\mathfrak{z}$ ne sont autre chose que des sommes de rotations relatives de deux sections voisines prises autour des lignes ds, η, ζ, puis décomposées autour de parallèles aux x, y, z, les rotations partielles ainsi additionnées en nombre infini étant dues aux actions des forces sur toutes les sections qui précèdent ces deux-là; de sorte que les formules qu'on vient d'écrire se trouvaient susceptibles d'une démonstration directe et simple.

» M. Bresse, en 1859 (première édition de son Cours, ou n° 46 de l'édition de 1866), a eu la même idée de déterminer les déplacements u, v, w par des sommes de translations dues, les unes aux composantes des forces, les autres à ce qui vient des rotations engendrées par leurs moments. Il a même, au lieu de nos (6) du, dv, dw, dont les u, v, w se tirent facilement, et qui donnent les déplacements relatifs des centres de deux sections infiniment voisines, cherché à exprimer directement les u, v, w, et il y est arrivé en faisant entrer dans son calcul les translations et rotations partielles des divers points (x', y', z', s') compris entre une extrémité et le point (x, y, z, s). Ses formules, telles qu'il les écrit, ne conviennent, en ce qui regarde l'effet de la torsion, qu'aux tiges à section circulaire; mais, en y remplaçant simplement par GJ ce qu'il appelle kel^2, elles deviennent applicables pour des sections de toute forme. Elles reviennent, moyennant ce changement, aux suivantes, en conformant ses notations aux nôtres, et en remplaçant le moment de flexion unique *autour d'une ligne inconnue, à déterminer préalablement*, par les deux moments composants M_η, M_ζ autour de lignes η, ζ connues sur chaque section [1]:

$$(9)\quad \left\{\begin{aligned} u &= \int \frac{P_s}{E_\sigma}dx + \int [B'(z-z') - C'(y-y')]\,ds'; \\ v &= \int \frac{P_s}{E_\sigma}dy + \int [C'(x-x') - A'(z-z')]\,ds'; \\ w &= \int \frac{P_s}{E_\sigma}dz + \int [A'(x-x') - B'(y-y')]\,ds', \end{aligned}\right.$$

[1]) Cette décomposition, que nous avons proposée en 1843, du moment de flexion en

où A′, B′, C′ sont les trois parenthèses des formules (7) spécifiées pour chaque point intermédiaire ayant x', y', z' pour ses coordonnées et s' pour son arc. Nous n'y avons pas mis de terme hors des $\int$, relatifs à la première extrémité de la tige courbe, parce qu'on peut les regarder comme les constantes des intégrations qui doivent être effectuées jusqu'à $s' = s$ (¹).

» Ces formules se transforment dans les nôtres quand on les différentie par rapport à s, ce qui élimine les variables auxiliaires x', y', z' et simplifie le plus souvent les applications.

» M. Resal, récemment, a donné aussi des formules pour les petites déformations qu'éprouve une pièce à simple ou à double courbure sous l'action de forces qui lui font subir en même temps une flexion et une torsion (*Journal des Mathématiques*, p. 307; 1878). Il les fonde, comme je l'ai fait en 1843, mais par une analyse bien plus simple, sur celles des deux courbures $\frac{ds}{\rho}$, $\frac{ds}{\tau}$, différentiées par δ, ainsi que sur les relations des moments de flexion et de torsion avec ces deux courbures, ainsi qu'avec la variation de l'angle de la direction du rayon de courbure avec l'un des deux axes principaux des sections. Ses formules, qui, d'après l'expression qu'il pose pour le moment de torsion, ne peuvent être appliquées qu'à des tiges à section circulaire, deviennent, sans autre changement, applicables pour des sections σ de forme quelconque, en remplaçant ce qu'il appelle $\mu . I_\xi$, revenant à ce que nous nommons GI_0, par

$$(10) \qquad GJ \quad \text{ou} \quad \varkappa \frac{\sigma^4}{I_0} = \varkappa \frac{\sigma^4}{I_n + I_3},$$

où l'on peut, avons-nous dit, faire, avec une approximation suffisante, $\varkappa = \frac{1}{40}$ pour toute section. »

---

deux autres pris autour des deux axes principaux d'inertie des sections, a été adoptée par M. Kirchhoff, par Clebsch, par MM. Thomson et Tait, et récemment par M. Resal, comme offrant ce qu'il y a de plus clair et plus facile. Il n'y a évidemment pas lieu à la faire quand la section a ses moments d'inertie égaux autour de toute ligne passant par son centre.

(¹) Nous n'y avons pas mis non plus les termes exprimant les glissements dus aux efforts tranchants et qui auraient besoin d'être corrigés comme nous avons dit.

PHYSIQUE. — *Recherches sur les rapports de l'analyse spectrale avec le spectre du Soleil;* par M. J.-N. Lockyer.

« J'ai commencé, il y a quatre ans, l'étude comparative des spectres du Soleil et des corps simples. Le dessin qui représente le spectre solaire aura plus de 100 mètres de longueur et la détermination des spectres des éléments pour la partie 3900 à 4000 (longueur d'onde) n'a pas nécessité moins de cent mille observations et le tirage de près de deux mille photographies.

» Dans la première partie de ce travail, j'ai comparé les spectres des vapeurs au spectre solaire; dans la seconde, les spectres de vapeurs entre eux; enfin, dans la dernière, j'indique quelles sont les lignes longues et courtes attribuables à chaque élément.

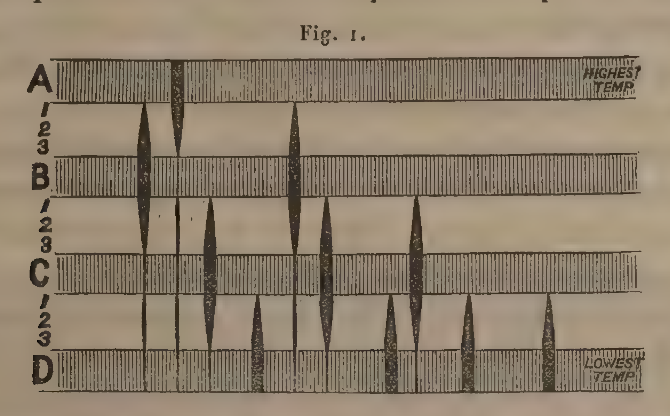
» Au début de ces expériences, j'avais pensé qu'il serait possible, par la comparaison des spectres des éléments entre eux, d'éliminer les lignes accidentelles dues aux impuretés; c'est-à-dire, par exemple, que, pour retirer du spectre du fer les lignes qui pourraient être produites par une faible quantité de manganèse, il suffirait de rechercher dans le spectre du fer les lignes du manganèse, en commençant par la plus forte, d'arrêter cette recherche à la plus faible ligne du manganèse commune et d'admettre que toutes les autres lignes de ce métal, étant moins fortes encore que la dernière considérée, sont absentes dans le spectre du fer. Mais j'ai reconnu ensuite qu'il existe de nombreuses coïncidences entre les lignes faibles, alors que les lignes les plus accentuées manquent complétement.

» Ces étranges coïncidences des lignes faibles doivent-elles être attribuées au hasard, ou n'indiquent-elles pas plutôt que ces corps, que nous avons l'habitude de considérer comme des éléments, ne sont peut-être eux-mêmes que des composés très-stables qui, incomplétement dissociés aux plus hautes températures que nous puissions produire, fournissent, sous la forme de lignes faibles, le spectre réel de leurs composants?

» Supposons qu'un corps A contienne un corps B d'abord comme impureté, ensuite comme partie intégrante de sa molécule, et voyons quelle différence il en résultera. Dans le premier cas, le spectre de B s'ajoutera au spectre de A, et ces intensités des deux spectres superposés dépendront surtout des quantités relatives de A et de B. Dans le second cas, au contraire, le spectre de B ne commencera à paraître que lorsque A se dissociera, et l'intensité de ce spectre sera d'autant plus considérable que la dissociation sera plus avan-

cée. On voit donc que, si A est un composé, son spectre variera suivant la température, et que le système tout entier de l'élimination, basé sur l'hypothèse d'un groupement moléculaire simple indécomposable, disparaît.

Fig. 1.



» Pour rendre plus compréhensible les effets produits par une semblable dissociation, j'ai imaginé une série de fourneaux A, B, ..., D, dans lesquels la température décroît de A à D, et j'ai supposé que A contient une substance α capable de se combiner quand la température est abaissée et de former ainsi des substances de plus en plus complexes β, γ, δ, contenues dans les fourneaux B, C, D, dont la température est convenable. Il est évident que le spectre de α sera seulement visible en A, celui de β en B et ainsi de suite; mais, si nous introduisons dans le fourneau A une petite quantité du corps doublement composé γ, nous obtiendrons, en commençant, une superposition des trois spectres de α, β et γ, dans laquelle le spectre de γ sera d'abord le plus brillant, puis celui de β, et finalement, après un temps suffisant, on apercevra seulement le spectre de α.

» Dans la réalité, bien que les fortes lignes de notre *fig.* 1 représen-

Fig. 2.

tent les spectres vrais de α, β, γ et δ, comme les phénomènes de dissociation sont loin d'être aussi tranchés que nous venons de le supposer, les lignes

fortes de chaque spectre seront représentées par des lignes faibles dans les autres, ainsi que le représente la *fig.* 2, surtout si nous supposons que la température du fourneau A est au-dessous de la température de la dissociation complète de β.

» Telle est l'explication que je crois pouvoir donner de l'existence de ces lignes faibles, que j'ai nommées *lignes basiques*.

» On objectera peut-être que les divers changements que nous observons dans les spectres des éléments ne sont pas dus à des dissociations, mais qu'ils sont causés par la nature différente des vibrations calorifiques qui servent à les produire, comme cela a lieu pour une cloche, avec laquelle on peut engendrer à volonté des notes élevées avec ou sans leur note fondamentale. Je répondrai à cet argument qu'il prouve non-seulement, par exemple, que la formation de la ligne *h* de l'hydrogène doit être attribuée au même groupe moléculaire que la ligne verte, qu'on obtient seule quand on produit le spectre de cet élément dans un tube large, au moyen d'une étincelle faible, mais qu'il prouve également que le calcium est identique avec ses sels, car nous pouvons obtenir les spectres de quelques sels de calcium aussi purs des raies du métal que le spectre de l'hydrogène peut l'être de la raie rouge. Cet argument ne peut donc être présenté par un savant qui croit à l'existence des corps composés connus, parce qu'il n'y a pas, en réalité, de différences spectrales plus considérables entre les composés du calcium et le calcium lui-même qu'entre le calcium pris à différents degrés de température.

» La *fig.* 3 représente les divers aspects que peut prendre le spectre du calcium dans la région bleue et violette :

» 1° Spectre du chlorure de calcium quand la température est basse ; ce spectre est placé à l'autre extrémité et l'on ne voit aucune ligne dans le bleu ;

» 2° Spectre du chlorure de calcium quand il est dissocié au moyen d'un faible courant induit ;

» 3° Spectre du calcium métallique dans l'arc voltaïque produit par un petit nombre d'éléments ;

» 4° Le même spectre quand on augmente le nombre des éléments.

» 5° Spectre du calcium métallique obtenu au moyen d'un courant d'induction faiblement condensé ;

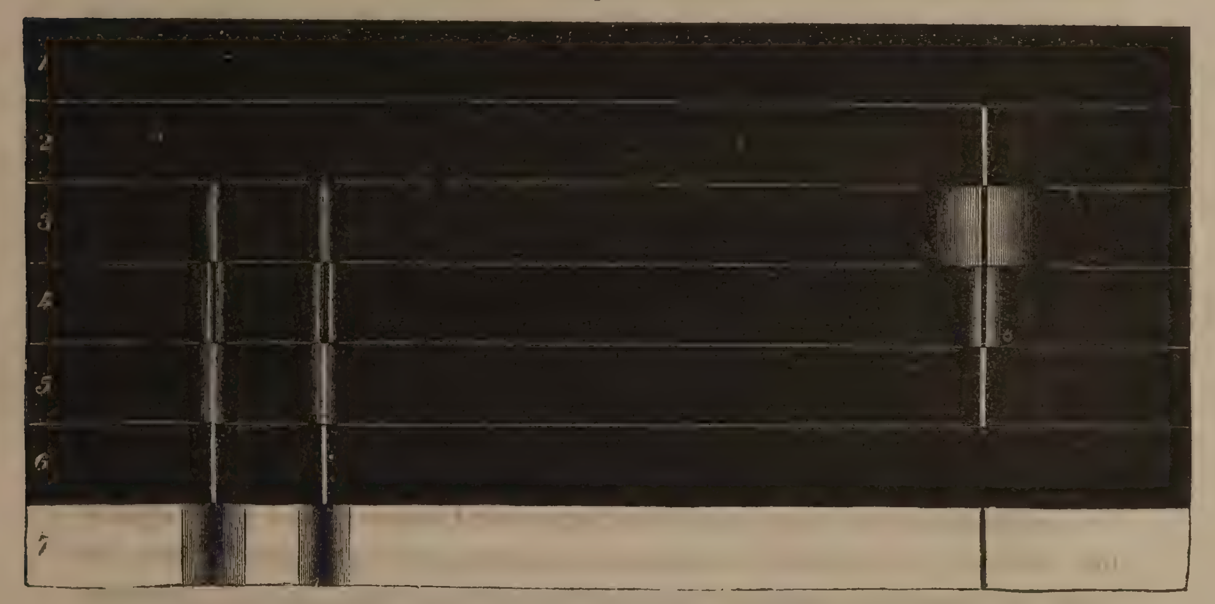
» 6° Le même, obtenu au moyen d'un fort courant et d'un puissant condensateur ;

» 7° Spectre d'absorption de la vapeur de calcium dans le Soleil.

» Il me reste maintenant à expliquer les raisons qui m'ont conduit à

admettre que les lignes des spectres des corps simples ne peuvent pas résulter des vibrations de molécules semblables. J'ai déjà émis cette idée à la Société royale et à l'Académie en 1874, et, plus récemment, j'ai montré que le groupement moléculaire du calcium, qui, sous l'influence d'un faible courant d'induction légèrement condensé, nous donne un spectre dont la raie principale est dans le bleu, paraît détruit en partie dans le Soleil et complétement sous l'influence d'une très-forte décharge, en d'autres groupes dont les lignes principales sont dans le violet.

Fig. 3.



» Malheureusement, les conditions de nos expériences de laboratoire ne nous permettent pas de séparer les éléments moléculaires d'un corps comme le calcium, et nous ne pourrons, par cette méthode, les distinguer les unes des autres, puisque nous ne pouvons faire varier leurs proportions. Cette raison m'a fait penser que l'étude des spectres des étoiles pourrait peut-être nous aider à démêler cette question. Si la température de quelques-unes de ces étoiles est suffisamment élevée pour dissocier la molécule d'un corps soi-disant simple, peut-être alors les quantités relatives des éléments pourront-elles y varier.

» J'ai été assez heureux pour voir cette opinion recevoir une confirmation dans le spectre de plusieurs étoiles. Ainsi, dans Sirius, qui est une étoile plus chaude que le Soleil, la ligne H du calcium est presque aussi épaisse que les lignes de l'hydrogène, tandis que la ligne K, qui présente ordinairement, dans le spectre solaire, la même intensité, n'a pu être retrouvée

qu'avec difficulté. Enfin, il résulte, des dernières observations que le Dr Huggins a eu l'amabilité de me communiquer avant qu'elles soient publiées, que la ligne K ne présente que la moitié de l'épaisseur de la ligne H dans α de l'Aigle et qu'elle existe encore dans α de la Lyre.

» Nous voyons donc, en récapitulant les faits qui sont relatifs au calcium, que la ligne H se distingue des autres parce qu'elle existe seule ou presque seule dans α de la Lyre et Sirius; la ligne K, parce qu'elle paraît pour ainsi dire naître dans α de l'Aigle et qu'elle est épaisse dans le Soleil; enfin que la ligne bleue, médiocrement marquée dans le spectre solaire où les deux autres sont puissantes, est la plus intense du spectre de l'arc où les autres sont faibles. A son tour, le calcium se distingue de ses composés parce que la ligne bleue qui le caractérise (*fig.* 4) n'apparaît que lorsque ceux-ci éprouvent l'action dissociante des hautes températures.

» Tous les phénomènes de variabilité et d'inversion dans l'ordre de l'intensité que présente le spectre du calcium se reproduisent dans celui de l'hydrogène. Le Dr Frankland et moi, nous avons montré, en 1869, que le spectre de l'hydrogène peut être réduit, dans certaines conditions, à la ligne F, et que la ligne violette *h* ne se produit qu'à une très-haute température, et nous savons aujourd'hui que cette ligne manquait dans la chromosphère pendant l'éclipse de 1875.

» Dernièrement, frappé de la coïncidence remarquable de la ligne *h* de l'hydrogène avec une des belles lignes de l'indium (fait déjà signalé par Thalèn), j'ai institué l'expérience suivante pour rechercher dans ce métal la présence des autres lignes de l'hydrogène. Dans un tube de verre

Fig. 4.

où circulait un courant d'air séché sur de l'acide sulfurique et du chlorure de calcium, j'ai placé, en regard, à 12 millimètres de distance, deux électrodes de platine, et, pour comparer l'éclat des lignes de l'hydrogène à celles de l'air, j'ai examiné au spectroscope l'étincelle d'induction condensée jaillissant entre les deux fragments de platine.

» Ensuite, l'une des électrodes de platine fut remplacée par une électrode semblable d'indium, mise en place par une petite secousse, et le spectre de l'étincelle, examiné de nouveau, a montré que l'éclat des lignes rouges et bleues de l'hydrogène était très-notablement augmenté.

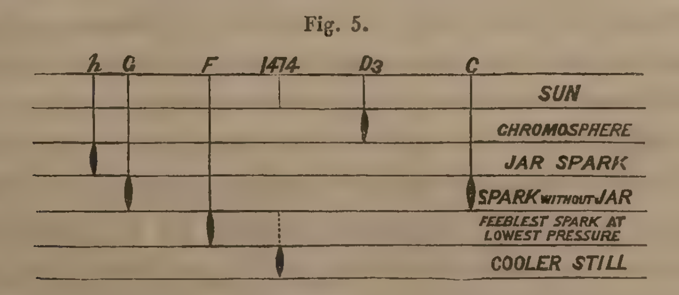
» Cette expérience m'a paru prouver que l'indium métallique contient de l'hydrogène, ou plutôt cette forme de l'hydrogène qui nous donne la raie *h* qui, immédiatement, s'associe et nous donne les raies rouge et bleue.

» Bien que je fusse satisfait de cette expérience, je priai mon ami M. Roberts, membre de la Société royale et chimiste de la Monnaie de Londres, de vouloir bien me procurer un fragment de palladium chargé d'hydrogène, qui fut conservé dans un tube scellé jusqu'au moment où je pus le soumettre à une expérience semblable à celle que j'avais tentée avec l'indium métallique. Cette expérience a été faite avec grand soin, et, malgré toutes les précautions prises pour empêcher l'échauffement des électrodes et le départ de l'hydrogène, je n'ai pas pu observer le spectre de ce gaz. L'hydrogène dans l'indium n'était pas de l'hydrogène occlus.

» Nous voyons donc, pour résumer les faits qui sont relatifs à l'hydrogène : que la ligne *h* (*fig.* 5) se fait remarquer par son isolement dans le spectre ordinaire de l'indium, son absence quelquefois dans celui des protubérances, et par ce fait qu'elle ne se produit qu'à une très-haute température; que la ligne F apparaît seule quand le spectre de l'hydrogène est produit à une température relativement basse.

» J'ajouterai maintenant que j'ai lieu de croire, ce qui fera le sujet d'un prochain Mémoire, que la ligne non renversée de la chromosphère, appelée D_3, et celle de la couronne qui correspond à la 1474e division de

Fig. 5.



l'échelle de Kirchhoff, sont produites par des formes de l'hydrogène dont l'une paraît plus simple que celle qui donne la ligne *h*, et l'autre plus complexe que celle qui fournit la raie F.

» Les faits que je viens de rapporter me paraissent former une série

continue de phénomènes qui peuvent s'expliquer aisément en admettant l'hypothèse des dissociations successives et dont mon Mémoire actuel renferme l'étude plus complète et les développements. »

MÉMOIRES LUS.

NAVIGATION. — *Sur l'embrayeur électrique à bord des navires.* Note de MM. **Trève** et **Achard**.

(Commissaires : MM. Dupuy de Lôme, Pâris, Edm. Becquerel, Tresca.)

« Au mois de mai dernier, M. Dupuy de Lôme a bien voulu exposer à l'Académie les résultats obtenus à bord du croiseur *le Desaix*, que je commandais, par l'application d'un embrayeur électrique à la valve de sa machine.

» Par un procédé semblable, dont le succès n'est plus douteux, tout capitaine pourra manœuvrer lui-même sa machine, lui faire prendre instantanément toutes les allures, et cela d'un point quelconque du navire, *voire même de sa mâture*. On se rappelle que l'amiral Ferragut monta dans la hune de misaine pour y diriger son intrépide attaque contre *Mobile*.

» Dans cette première greffe de l'électricité aux machines marines, dont il était toutefois nécessaire de démontrer l'utilité et peut-être même de faire accepter l'idée, la marche en arrière et la remise en avant ne sont possibles qu'à coups de signaux ordinaires, puisque l'embrayeur est dépendant de la machine elle-même, et ne s'applique qu'à la valve.

» Pour obtenir tous les mouvements possibles, il est indispensable de s'adresser à la mise en train, laquelle exigerait 2 hommes, soit une force de 20 kilogrammètres au grand maximum, à bord du *Desaix*, de 450 chevaux, et exigerait à peine, à bord des plus grands cuirassés, la force de 1 cheval.

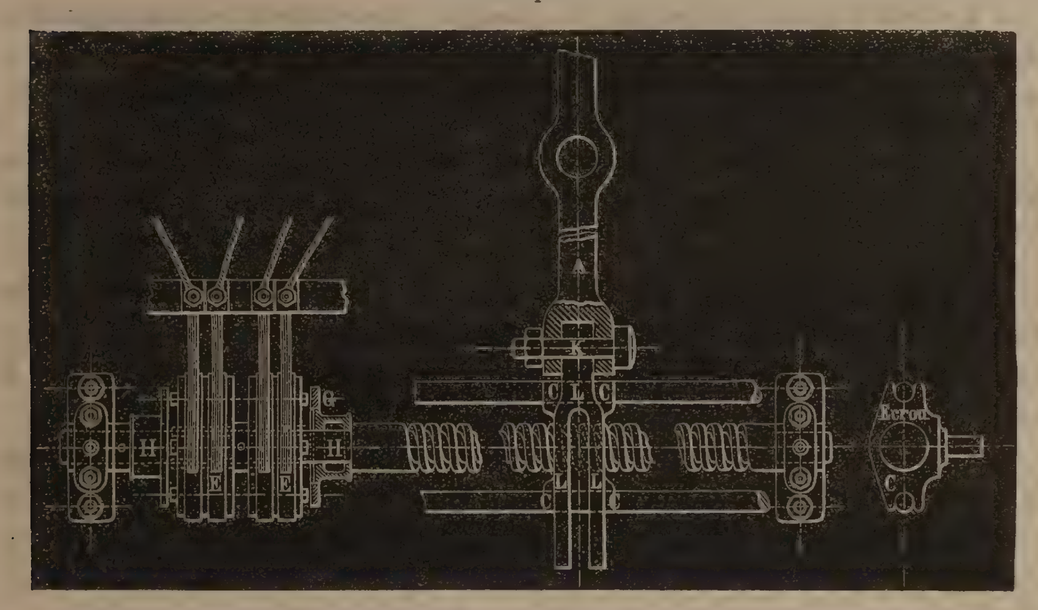
» On comprend dès lors que, si l'on interpose entre l'embrayeur et l'axe de la mise en train une petite machine rotative de $1\frac{1}{2}$ cheval ou de 1 cheval suivant le cas, qui sera indépendante de la machine du navire, on en deviendra absolument le maître, et le problème sera intégralement résolu.

» La même solution est applicable à la manœuvre des servo-moteurs destinés à actionner le gouvernail de nos plus grands navires.

» Un seul homme suffisant à leur manœuvre, la petite machine rotative serait, dans ce cas, un véritable jouet.

» M. l'ingénieur Achard et moi pensons que la manœuvre, par l'embrayage électrique, des machines marines, comme celle des gouvernails de nos plus forts cuirassés, est désormais possible, *sans aucune complication et à très-peu de frais.* Le plan que nous donnons ici, avec sa légende, d'un appareil pouvant même au besoin se substituer aux servo-moteurs actuels, prouve surabondamment que cette assertion repose sur des données absolument certaines.

Vue en plan.



» B, vis sans fin commandant la barre.

» A, barre du gouvernail.

» C, écrou de barre lui permettant de glisser sans tourner tout le long de la vis B.

» E, E', électro-aimants à quatre pôles, clavetés librement sur l'arbre de la vis.

» G, G', armatures circulaires faisant corps avec les poulies folles.

» H, H', poulies folles.

» L'adhérence magnétique sera de 350 kilogrammes au moins, d'où une résistance au glissement de 100 à 150 kilogrammes environ, chiffres déduits des résultats obtenus par le frein de chemin de fer. La poulie tournant à la vitesse de 100 à 150 tours transmet la même vitesse à l'arbre de la vis. La circonférence des centres d'action des pôles des électro-aimants a une longueur de 1 mètre; le pas de la vis est de 5 centimètres. C'est un rapport de 1 à 20. Par suite, la vis transmet à la barre un effort de translation de 100 ou 150 kilogrammes multipliés par 20, soit 2000 ou 3000 kilogrammes.

» Chaque tour de poulie fait avancer l'écrou ou la barre de la longueur du pas de vis, soit $0^{m},05$. Pour 100 tours, c'est 5 mètres; pour 150 tours, c'est $7^{m},50$ que peut parcourir la barre.

» K, articulation permettant de renverser l'extrémité à fourche L et de la dégager de l'écrou C. La barre devient indépendante de la vis sans fin. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la composition de la banane et sur des essais d'utilisation de ce fruit.* Note de MM. V. Marcano et A. Muntz.

(Commissaires : MM. Boussingault, Peligot.)

« Le fruit du bananier est un des produits alimentaires les plus répandus dans les régions équatoriales; pour donner une idée de son importance, nous empruntons quelques lignes à l'*Économie rurale* de M. Boussingault ([1]) :

« La banane forme la nourriture habituelle des habitants des régions chaudes; entre les tropiques, sa culture est tout aussi importante que l'est celle des graminées et des tubercules farineux dans la zone tempérée. »

» Ce fruit avait particulièrement fixé l'attention de de Humboldt; M. Boussingault a étudié sa composition chimique, l'importance de sa culture, les conditions de son développement, les diverses formes sous lesquelles il est employé.

» L'un de nous a pu se rendre compte de la production de ce fruit dans le Vénézuéla et suivre le développement qu'elle a pris dans ce pays depuis ces dernières années. En effet, le bananier, outre sa propagation naturelle dans de vastes terrains, et la culture dont il est l'objet pour la production du fruit, a trouvé récemment un nouvel emploi. M. Boussingault avait déjà insisté sur la faculté qu'avait ce végétal de maintenir le sol humide autour de lui, dans un pays où, pendant des mois entiers, il ne tombe pas une seule goutte de pluie ([2]). Cette propriété est mise à profit pour donner de l'ombre et de la fraîcheur au caféier, dont la culture a pris un grand essor. La production du café dans le Vénézuéla a été, en effet, de plus de 38 millions de kilogrammes en 1876, d'après les statistiques officielles.

» Le bananier tend donc à se répandre de plus en plus, et la population du Vénézuéla ne peut consommer qu'une faible partie du fruit qui se forme; aussi a-t-on pensé à en tirer des produits pouvant être exportés. L'Exposition universelle nous a montré quelques essais faits dans cette direction, entre autres de la farine de bananes, produit de la dessiccation

---

([1]) Tome I, p. 484.
([2]) *Ibid.*, t. I, p. 487.

et de la pulvérisation du fruit cueilli avant la maturité, et de l'eau-de-vie de bananes, obtenue en distillant le fruit mûr après qu'il a subi la fermentation alcoolique.

» La farine figurant dans l'exposition du Vénézuéla est grise, assez mal pulvérisée; par le tamisage on peut en extraire de l'amidon assez pur. L'analyse nous a donné pour sa composition :

Amidon		66,1
Matières grasses		0,5
Cellulose		1,6
Pectine		1,4
Sucre de canne		0,6
Sucre interverti		0,4
Matières azotées		2,9
Acides organiques, tannin Extractif non azoté	par différence	9,4
Matières minérales		2,2
Eau		14,9
		100,0

» Cette farine paraît se conserver sans altération; dans le Vénézuéla, on en fait une sorte de pain, en la pétrissant avec de l'eau et en faisant cuire la pâte sur des plaques chauffées. Il est à remarquer que ce produit constitue un aliment essentiellement féculent; il serait difficile d'en trouver un dans lequel le rapport de la matière azotée à la fécule fût aussi faible : il a donc besoin d'être complété par une nourriture animale.

» L'alcool de bananes, dès la première distillation, a une odeur et un goût agréables, rappelant la banane; il marque 52 degrés à l'alcoomètre centésimal. Le fruit qui arrive à Paris, en régimes, parfaitement mûr et dans un bon état de conservation, subit la fermentation alcoolique lorsqu'on l'abandonne à lui-même. Nous donnons l'analyse d'un fruit appartenant à la variété du *Musa paradisica* et très-généralement répandu dans le Vénézuéla.

100 parties de fruit étaient formées de	cosse	40.
	pulpe	60.

» La cosse contenait pour 100 : 14,7 de matière sèche, dont 1,6 de sucre interverti.

» 100 parties de pulpe renfermaient :

Sucre de canne	8,5
Sucre interverti	6,4
Amidon	3,3
Matières grasses	0,3
Cellulose	0,2
Pectine	0,6
Matières azotées	1,6
Matières minérales	1,1
Eau	73,8
Acides organiques, tannin / Extractif non azoté } par différence	4,2
	100,0

» Les résultats de cette analyse ne diffèrent pas sensiblement, sinon par la proportion bien plus faible de matières azotées, de ceux qu'avait obtenus M. Corenwinder (1) avec des bananes rapportées du Brésil.

» Un fruit à maturité moins complète contenait pour 100 :

Sucre de canne	10,0
Sucre interverti	3,6

» On voit que la proportion de matière sucrée est considérable dans le fruit mûr, et, l'extraction du sucre de canne ne paraissant pas devoir réussir, on comprend que l'on ait tenté d'utiliser cette richesse saccharine pour la production de l'alcool.

» Il convient d'ajouter que le prix de la banane sur les lieux de production, estimé par M. Boussingault, à l'époque de ses voyages, à 1 franc les 100 kilogrammes, pouvant donner environ 9 litres d'alcool à 96 degrés, se réduirait aujourd'hui aux frais de cueillette, au moins dans une foule d'endroits. L'eau-de-vie de banane pourrait donc être appelée à jouer un rôle comparable à celui de l'alcool de la canne à sucre. »

MINÉRALOGIE. — *Sur l'application de sa théorie atomique à divers minéraux.* Note de M. M.-A. GAUDIN. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Pour achever la configuration de la molécule d'harmotome, j'ai ima-

(1) *Comptes rendus*, t. LVII, p. 781.

giné de représenter son développement par une composition typographique, dans laquelle les lettres représentent les atomes comme dans le premier cliché.

» En faisant abstraction des 4 molécules d'eau en saillie, le solide se réduit à un massif carré ayant sur chaque face 7 files d'atomes, soit 49 pour son ensemble.

» On remarquera que les molécules d'eau et de silice, numérotées chacune, sont intercalées régulièrement d'un bout à l'autre.

» Le ruban en question, qui est divisé en deux parties, faute de largeur suffisante de la page, ne forme qu'un seul tout, continu, en supposant que l'on place par la pensée la deuxième partie à la suite de la première, comme l'indiquent les numéros d'ordre; et alors, si l'on ploie ce ruban à angle droit aux places 7, 13, 19, 24, 29, 33, 37, 40, 43, 45, 47 et 48, on formera de ces 49 éléments linéaires, comprenant 179 atomes et montrant à première vue leur parfaite symétrie, le groupe complet représenté par le cliché placé en tête de ma première Communication.

» M. Dumas m'a appris récemment que M. Des Cloizeaux a changé la forme primitive de l'harmotome, qu'il fait maintenant dériver d'un prisme rhomboïdal de 109°46′, incliné sur la petite diagonale de 34°50′.

» Le prisme de 124°47′ a été justifié, comme celui de 94°16′ de la stilbite, par le massif quadrangulaire à 53 éléments linéaires; ce sont deux cas dérivant du contour de cette forme, et il peut exister un troisième cas donnant le prisme oblique de 109 degrés. Ce sera chose à examiner; mais ces considérations ne sauraient influer sur l'arrangement des atomes dans ce groupe qui représente un *état immuable,* sauf la transposition des quatre grands axes, qui offre un cas d'isomérie.

» Je vais donc étudier la formation d'après des données mathématiques d'un prisme de 109 degrés, avec son obliquité si accentuée, qui me paraît quant à présent peu justifiable.

» ... Je suis arrivé à conclure que la molécule d'albite, comme celle de tous les autres feldspaths, comprend quatre grands axes d'aluminate, formant un système triangulaire équilatéral centré, comme l'oligoclase figurée dans mon livre, l'albite ayant en dehors 6 molécules de silice, ce qui donne à ce groupe 100 atomes au lieu de 25 que renferme l'orthose.

» D'après cela, tous les autres feldspaths ont aussi quatre grands axes; seulement il en existe avec quatre prismes triangulaires équilatéraux bipyramidés, ou avec trois prismes triangulaires associés à un prisme hexagonal régulier occupant le centre, etc.

» Pour tous ces corps, qui ont un air de parenté frappant, et qui forment dans le fait une véritable famille minérale, la cristallisation est indépendante du cortége de molécules de silice intercalées dans les intervalles des prismes bi-pyramidés à trois ou à six faces.

» L'étude de la génération des rhomboèdres m'a mené aussi à des conséquences de la plus haute importance, telles que la détermination de la valeur de la distance d'atome dans le sens vertical; je crois même qu'elle m'a déjà conduit à la découverte de la composition et de la forme moléculaire atomique de la tourmaline, que je croyais ne pouvoir jamais atteindre. Bien que son rhomboèdre soit des plus obtus, 133 degrés, il serait formé par la molécule ayant l'axe central le plus long, 8 distances d'atome, si, d'après M. Rammelsberg, on doit y admettre 2 atomes de fluor. Elle serait alors formée de 2 atomes de fluor + 1 molécule de borate de monoxyde + 9 molécules de silice et 6 molécules de sesquioxydes (alumine ou fer), formant ensemble, au centre, un prisme hexaédrique bi-pyramidé, borate de monoxyde entouré de 6 molécules de silice, figurant l'orthose, où le bore remplacerait l'aluminium, + 3 doubles pyramides obtuses et 3 doubles pyramides aiguës alternant à l'entour de la pièce centrale, rendue plus aiguë par la présence à l'extrémité de 2 atomes de fluor [1].

» ... Malgré le peu d'espoir que j'avais d'obtenir une obliquité de 34 degrés, ne voyant à première vue qu'un déplacement possible de 4 distances d'atome (séparation des grands axes) sur 7 de hauteur, ne donnant que 30 degrés, j'ai voulu voir d'abord si je pourrais obtenir le rhombe de 109 degrés.

» En plaçant les pointements dans la petite diagonale, à 2 distances d'atome, et observant pour les molécules de la grande diagonale la disposition si remarquable représentée dans la stilbite, on arrive, pour le rapport des diagonales, au nombre $\frac{7}{5} = 1,4$ au lieu de $\sqrt{3}$, qui donnait 30 degrés.

---

[1] Les figures concernant la topaze sont prêtes; comme il existe au moins 200 minéraux parfaitement cristallisés, à angles définis, dont on ne connaît pas encore la formule, je vais construire en perles et représenter par des dessins la forme cristalline calculée de vingt-cinq des corps les plus remarquables, à différents titres, et que je connais à fond, pour soumettre le tout au jugement de l'Académie.

Ces corps seront l'alumine, le cristal de roche, l'arragonite, la dolomie, le rutile, l'anatase, les tungstates, les feldspaths en prisme doublement oblique, le disthène, la cordiérite, la humboldtilite, la catapléite, la davyne, la pennine, la dioptase, la chabasie, la christianite, la laumonite, la faugasite et la tourmaline.

» Ce rapport correspond à un angle de 54° 28′, dont le double est 108° 56′, au lieu de 109° 46′ de M. Des Cloizeaux ; son complément 34° 32′ correspond à l'obliquité cherchée, qui se trouve réalisée en plaçant une molécule à cheval sur les deux de la petite diagonale, son centre à l'aplomb du centre du rhombe de 109 degrés, et à une hauteur 7 (6 réseaux + 1), comme d'habitude. Il en résulte $ph = 124° 32'$ au lieu de 124° 50′ de M. Des Cloizeaux, et mm est donné par la formule tang 54° 28′ divisée par sin 54° 28′, deux logarithmes qui sont à côté l'un de l'autre :

$$\begin{array}{r} 0,146198 \\ -9,910506 \\ \hline 0,235692 = 59°50', \end{array}$$

dont le double est 119° 40′, au lieu de 120° 1′ de M. Des Cloizeaux.

» Il résulte en outre de cette construction que les arêtes, dans le plan de la petite diagonale, font des angles de 69° 4′ et 110° 56′, correspondant à ceux des macles, tandis que les arêtes dans le plan de la grande diagonale sont rigoureusement à angle droit, comme le centre des 4 molécules placées dans ce même plan ; toutes circonstances propres à nous éclairer sur la génération des macles si remarquables particulières à l'harmotome.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

. . . . .

H O H O H O H O H O H O H O H O H O H O H O H O H

O S O S O S O S O S O S O S O S O S O S O S O S O

H O H O H O H O H O H O H O H O H O H O H O H O H

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

O 14 O 15 O 16 O 17 18 19 20 O

A . A . A . A . . . . . A

O O O H O O O H O O O H O O O H O H O H O H O O

S **B** S O S **B** S O S **B** S O S **B** S O S O S O S O S **KN**

O O O H O O O H O O O H O O O H O H O H O H O O

A A A A A

13 O 14 15 O 16 17 O 18 19 O 20 21 22 23 24 O »

M. C. Nicolle, M. J. Durot, M. Peyrat, adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

M. E. Laguerre demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat un Mémoire sur lequel il n'a pas été fait de Rapport.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de la Marine informe l'Académie que la boussole de M. *Wharton* va être soumise à des essais à la mer, sur un bâtiment destiné à un voyage de circumnavigation.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un « Atlas de la production de la richesse », par M. *Menier;*

2° Une brochure de M. *Ch. Vélain,* intitulée : « Étude microscopique des verres résultant de la fusion des cendres de graminées ». (Extrait du *Bulletin de la Société minéralogique de France,* 1878.)

ASTRONOMIE. — *Sur les diamètres du Soleil et de Mercure, déduits du passage du 6 mai* 1878. Note de M. Cruls, astronome à l'observatoire de Rio-Janeiro, transmise par S. M. l'Empereur dom Pedro d'Alcantara.

« Le mouvement relatif en Æ des deux astres, ou, en d'autres termes, la différence de leurs Æ à partir de l'instant de la conjonction, est représentée par la formule

$$\Delta Æ = 224'',20t + 0'',01786t^2 - 0'',00166t^3,$$

dans laquelle t représente l'intervalle, exprimé en heures, compris entre l'instant considéré, avant ou après la conjonction, et l'instant de cette dernière. La différence des déclinaisons des mêmes astres est donnée par la formule

$$\Delta D = 5'26'',963 - 109'',9633t - 0'',00619t^2 + 0'',00033t^3.$$

» Appliquant ces formules aux positions déduites des observations des distances des centres obtenues par la méthode de M. Emm. Liais, et dont j'ai indiqué les principes dans les *Comptes rendus* du 16 septembre dernier [1], on obtient pour les distances des centres, aux moments des contacts externe et interne observés à Rio, R et r désignant les demi-diamètres du Soleil et de la planète :

Premier contact externe..................	$(R+r) = 15'.56'',374$
Premier contact interne..................	$(R-r) = 15.45,596$

ce qui fournit pour R et r les valeurs

$$R = 950'',985 \quad \text{et} \quad 2r = 10'',778,$$

lesquelles, ramenées à la distance moyenne, deviennent

$$R = 959'',982 = 15'59'',982 \quad \text{et} \quad r = 3'',009 \quad \text{ou} \quad 2r = 6'',018.$$

» Cette valeur du demi-diamètre solaire ne diffère du nombre 16′0″,0, admis comme excessivement rapproché par l'illustre Le Verrier, d'après tout l'ensemble des passages observés jusqu'ici, que de $\frac{18}{1000}$ de seconde d'arc, ce qui montre, d'une part, combien était exacte la valeur admise par Le Verrier, et, d'autre part, que le plus parfait accord règne entre les observations des contacts faites à Rio et les mesures des distances des centres.

» Le diamètre de la planète déduit des entrées a toujours, comme on le sait, été trouvé plus petit que les diamètres mesurés pendant le passage à l'aide d'héliomètres ou de micromètres à double image. C'est encore ce

---

(1) Il est bon de mentionner ici une très-petite correction à appliquer aux nombres publiés, à la page 429, dans les *Comptes rendus* du 16 septembre 1878, quoiqu'elle ne porte que sur des fractions de seconde. Elle a été signalée par une révision soignée que j'ai faite des calculs et des relevés des feuilles chronographiques dont je n'avais vérifié que les secondes, sans revoir les fractions, afin de pouvoir donner plus rapidement le résultat à S. M. l'Empereur. Il s'était glissé quelques erreurs qui, vu leur petitesse, n'étaient pas signalées par l'accord frappant des observations, accord que cette légère rectification rend encore plus parfait. Les nombres à substituer à ceux de la page 429 sont :

	T. M. de Rio.	Temps.	Arc.
	h m s	s	′ ″
1re série.....	2.34. 1,83	♈☿ − ♈☉ = + 13,981	D☿ − D☉ = + 7.9,815
2e série.....	4.16.30,73	♈☿ − ♈☉ = − 11,559	D☿ − D☉ = + 4.1,920
Différences.	1.42.28,90	25,540	3.7,895

qui a lieu dans le cas présent, puisque, à Washington, M. Todd a trouvé 11″,84 par le micromètre à double image (*voir* le n° 2208 des *Astronomische Nachrichten*), au lieu de 10″, 78, fourni par nos observations de l'entrée.

» Dans les entrées, le premier contact externe ne peut évidemment être perçu qu'après que le bord solaire a été attaqué d'une manière appréciable; mais le contact interne subit aussi un retard, provenant de ce que le filet du bord extrême solaire, beaucoup moins intense que le reste de la photosphère, doit également avoir une largeur appréciable pour être aperçu. Si les deux retards étaient égaux, le diamètre fourni par les contacts de l'entrée serait donc exact; mais on suppose généralement le premier retard plus grand que le second, quoique, reposant l'un et l'autre sur l'angle minimum de visibilité, il y ait lieu de les supposer égaux. Dans les mesures héliométriques ou par les micromètres à double image, il tend à se produire une erreur de sens contraire, qui augmente le diamètre, car deux cercles noirs en contact géométrique, vus à petite distance, se confondent au point de contact, et il faut entre eux un léger filet lumineux, se rapprochant en largeur des limites minima de la visibilité, pour qu'ils soient perçus comme deux cercles distincts en contact géométrique. Donc, en général, les mesures héliométriques doivent être trop grandes.

» Pour contrôler le diamètre de Mercure déduit de l'entrée, j'ai pu utiliser les observations de contacts extérieurs et intérieurs de Mercure avec les cercles tracés concentriquement sur l'écran et que la planète coupait par les bords, et, quoique l'espace me manque pour donner ici les formules, il est aisé de voir que les intervalles entre deux contacts successifs vont en croissant à mesure que la planète coupe les cercles par des cordes plus petites, et que l'on a là une amplification de durée dont il est possible de déduire les diamètres avec précision. En effectuant les calculs, j'ai trouvé :

Pour la moyenne des observations de la 1re série......	$2r = 10'',35$
» » 2e série.......	$2r = 11,14$
Moyenne....	$10,74$

ce qui diffère peu du diamètre déduit de nos observations de l'entrée et paraît indiquer que les contacts ont été observés avec des retards égaux, et qu'en conséquence nos observations des contacts donnent le diamètre de Mercure d'une manière aussi exacte qu'on pouvait l'espérer. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Hydro-électricité et Hydromagnétisme; résultats analytiques.* Note de M. **Bjerknes**, présentée par M. Hermite.

« En décrivant, en quelques Notes adressées à l'Académie dans l'année 1877, les *forces apparentes qui naissent lorsque des corps sphériques enfermés dans un fluide incompressible effectuent des vibrations isochrones*, j'ai dit, dans ma Communication du 11 juin, que des *sphères pulsantes peuvent être comparées à des pôles magnétiques*, des *sphères oscillantes à des aimants*. Les dernières sont censées être orientées du sud au nord, suivant les directions instantanées de leurs oscillations; en même temps, les premières doivent être conçues comme des pôles du nord si les volumes augmentent, comme des pôles du sud s'ils diminuent. Mais, dans tous les cas, il faut *supposer que les pôles du même nom s'attirent et que ceux du nom opposé se repoussent*. Pour n'être pas entraîné trop loin, j'admets, de plus, que les directions des vitesses vibratoires changeront simultanément pour les deux corps, ce qui produirait le même effet que s'il n'y avait eu aucun changement.

» A côté de ces forces, il y en a d'autres, très-prononcées, qui produisent de nouvelles vibrations; mais, leurs valeurs moyennes, pendant le cours d'une période, étant nulles, je les mettrai ici hors de considération. Les forces appartenant aux trois premiers degrés, le deuxième, le troisième et le quatrième, seront aussi négligées, puisqu'elles sont ordinairement très-faibles : ce sont celles qui dépendent des mouvements progressifs continuant dans le même sens; aussi les vitesses de ces derniers doivent être petites par rapport à celles des mouvements vibratoires. Enfin on a des forces apparentes secondaires, qui sont exclues ici, puisqu'elles sont de degrés plus élevés que le quatrième; mais ces forces, ordinairement très-voisines d'un caractère attractif, peuvent bien être perturbantes, si l'on n'a pas le soin de produire des vibrations régulières et à peu près de la même intensité; car les forces principales ne dépendent que des produits des vitesses vibratoires, tandis que les forces secondaires dépendront aussi de leurs carrés.

» Si les restrictions à faire sont telles, les phénomènes restants, provenant des vibrations simultanées, peuvent être désignés comme un *magnétisme inverse*. On pourrait même dire qu'on aurait une *triple* série de tels phénomènes, constituant chacune une sorte de magnétisme *complet;* car non-seulement on produira les mêmes déplacements, d'une manière inverse, suivant la ligne centrale et normalement à cette droite, mais on

peut même forcer une sphère oscillante à tourner inversement autour de son centre d'oscillation, comme un aimant autour de son centre de gravité. Ainsi, on aura trois fois tous les phénomènes magnétiques modifiés comme il est indiqué, en faisant agir, de toutes les manières possibles, une sphère oscillante vers une autre qui oscille, ou une sphère oscillante vers un couple de sphères effectuant des pulsations opposées et liées invariablement, ou enfin tel couple vers un autre de la même espèce.

» Si au lieu de réunir les sphères pulsantes, deux à deux, pour en faire une sorte d'aimants artificiels, on préférait les considérer isolément dans leurs actions, on peut se figurer aussi la *sphère pulsante* comme un *corps électrique;* ce n'est alors que la *sphère oscillante* qui représentera un *aimant*. On aura ainsi une *électricité*, un *électromagnétisme* et un *magnétisme inverse;* toutefois, il faut remarquer que le second phénomène, tant qu'il s'agit, comme ici, d'une comparaison avec l'électricité statique, n'est pas connu dans la nature.

» A côté de cela, ces phénomènes *hydro-électriques* et *hydromagnétiques*, ainsi qu'on pourrait les appeler, étant opposés à ceux de l'électricité et du magnétisme naturel, on aura encore une autre différence remarquable, mais qui ne se montre pas, à moins qu'on ne généralise en prenant des différences quelconques entre les phases. Il paraîtra alors une certaine correspondance dans les phénomènes, qu'on retrouvera peut-être, d'une manière analogue, dans les actions des forces chimiques, mais non pas, à ce qu'on sait encore, dans celles des forces électriques ou magnétiques. Ainsi, deux sphères pulsantes, A et B, si la différence de leurs phases est égale à un quart de période, seront neutres entre elles; donc, en les comparant avec des corps électriques, il faudrait dire qu'il n'y avait pas d'électricité libre. Or, en introduisant une troisième sphère pulsante A', il en pourrait résulter néanmoins des actions, comme si une telle électricité existait : si les vibrations de A' étaient, par exemple, concordantes avec celles de A, les deux sphères s'attireraient.

» Je m'expliquerai ailleurs avec beaucoup plus de développements sur la nature de ces forces apparentes et je donnerai de nouveaux renseignements, qui seront utiles et, je crois, même nécessaires pour trancher la question importante qui s'élève : s'il est possible, en considérant pour ainsi dire des systèmes partiels immergés dans un grand système de corps vibrants, d'arriver à une inversion, de sorte que ces systèmes partiels, conçus comme seuls existants, se comportent directement comme des éléments électriques ou magnétiques.

» Ce que je vien d'exposer peut être tiré sans beaucoup de peine de

mes formules publiées en 1875 dans le recueil de la Société des Sciences de Christiania, et reproduites en 1876 dans le *Repertorium der Mathematik von Königsberger et Zeuner*, p. 268-276. Voir aussi un premier article dans les *Göttinger Nachrichten* pour la même année, p. 245-288, où ces mêmes formules, quoique sous une forme moins développée, ont été déduites comme des conséquences de la solution approximative, mais d'ailleurs complétement rationnelle, d'un problème d'Hydrodynamique. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un développement en série.* Note de M. E. **Picard**.

« Considérons les équations

$$x = f(\lambda, \theta),$$
$$y = f_1(\lambda, \theta).$$

» En donnant à λ une valeur constante et faisant varier θ, on obtiendra une courbe. Nous supposerons que la courbe ainsi obtenue est fermée et que le paramètre θ est un angle qu'il suffira de faire varier de zéro à 2π pour obtenir tous les points de la courbe. De plus, les courbes $\lambda =$ const. et $\theta =$ const. sont orthogonales, et le quotient $\frac{\partial f}{\partial \lambda} : \frac{\partial f_1}{\partial \theta}$ est simplement une fonction de λ, que nous désignerons par $F(\lambda)$, c'est-à-dire que les courbes $\lambda =$ const. et $\theta =$ const. forment un système orthogonal et isotherme.

» Admettons qu'en faisant varier le paramètre λ de λ_1 à λ_2 on obtienne une série de courbes fermées ne se coupant pas, et que $F(\lambda)$ n'ait aucun point singulier dans l'intervalle compris entre λ_1 et λ_2.

» Soit une fonction $\varphi(z)$ de la variable imaginaire z, uniforme et continue dans l'intervalle compris entre les deux courbes correspondant aux valeurs λ_1 et λ_2 du paramètre λ. Posons

$$\varphi(z) = U(x, y) + iV(x, y).$$

Les valeurs de U et de V sur une courbe correspondant à la valeur λ seront des fonctions de l'angle θ, et l'on peut écrire

$$U(x, y) = \sum_{n=0}^{n=\infty} (a_n \cos n\theta + a'_n \sin n\theta),$$

$$V(x, y) = \sum_{n=0}^{n=\infty} (b_n \cos n\theta + b'_n \sin n\theta),$$

a_n, a'_n, b_n et b'_n étant des fonctions de λ.

» Les relations existant entre U et V nous donnent de suite

$$\frac{da_n}{d\lambda} = \quad nb'_n \mathrm{F}(\lambda), \quad \frac{da'_n}{d\lambda} = -nb_n \mathrm{F}(\lambda),$$
$$\frac{db_n}{d\lambda} = -na'_n \mathrm{F}(\lambda), \quad \frac{db'_n}{d\lambda} = \quad na_n \mathrm{F}(\lambda),$$

équations qui donnent les valeurs de a_n, b_n, a'_n et b'_n.

» Il vient alors

$$\mathrm{U}(x, y) = \sum_{n=0}^{n=\infty} (c_{-n} \cos n\theta + c'_{-n} \sin n\theta) \mathrm{R}(\lambda)^{-n} + (c_n \cos n\theta + c'_n \sin n\theta) \mathrm{R}(\lambda)^n,$$

$$\mathrm{V}(x, y) = \sum_{n=0}^{n=\infty} (c'_{-n} \cos n\theta - c_{-n} \sin n\theta) \mathrm{R}(\lambda)^{-n} + (-c'_n \cos n\theta + c_n \sin n\theta) \mathrm{R}(\lambda)^n,$$

en posant $\mathrm{R}(\lambda) = e^{\int_{\lambda_1}^{\lambda} \mathrm{F}(\lambda) d\lambda}$; c_n, c'_n, c_{-n} et c'_{-n} sont des constantes.

» Nous ajouterons l'hypothèse suivante à celles qui ont été faites plus haut : la fonction $\mathrm{R}(\lambda)$ varie toujours dans le même sens quand λ va de λ_1 à λ_2.

» On a enfin, pour $\varphi(z)$,

$$\varphi(z) = \sum_{n=0}^{n=\infty} \mathrm{A}_n (\cos n\theta + i \sin n\theta) \mathrm{R}(\lambda)^n + \mathrm{A}_{-n} (\cos n\theta - i \sin n\theta) \mathrm{R}(\lambda)^{-n},$$

A_n et A_{-n} étant des constantes.

» La fonction $\mathrm{R}(\lambda)(\cos\theta + i \sin\theta)$ est une fonction uniforme et continue de z dans l'intervalle considéré; nous voyons donc que toute fonction de z uniforme et continue dans cet intervalle est développable en une série procédant suivant les puissances de $\mathrm{R}(\lambda)(\cos\theta + i \sin\theta)$.

» L'analyse précédente n'est qu'une généralisation fort simple de celle qui a été employée par M. Bonnet, dans son Mémoire sur la théorie générale des séries, pour démontrer les théorèmes de Cauchy et de Laurent.

» Appliquons les considérations précédentes au cas où les courbes sont un système d'ellipses homofocales. Nous prendrons alors les équations

$$x = \lambda \cos\theta, \quad y = \sqrt{\lambda^2 - c^2} \sin\theta.$$

Pour toute fonction $\varphi(z)$ uniforme et continue entre deux de ces ellipses, nous aurons

$$(1) \quad \left\{ \begin{aligned} \varphi(z) = \sum_{n=0}^{n=\infty} & \mathrm{A}_n (\cos n\theta + i \sin n\theta) \left(\lambda + \sqrt{\lambda^2 - c^2}\right)^n \\ & + \mathrm{A}_{-n} (\cos n\theta - i \sin n\theta) \left(\lambda + \sqrt{\lambda^2 - c^2}\right)^{-n}. \end{aligned} \right.$$

Nous supposerons le radical pris avec le signe +; par suite,

$$\varphi(z)=\sum_{n=0}^{n=\infty} A_n(z+\sqrt{z^2-c^2})^n + A_{-n}(z+\sqrt{z^2-c^2})^{-n},$$

la détermination du radical étant choisie de telle manière que le module de $z+\sqrt{z^2-c^2}$ soit supérieur à c.

» Dans le cas où la fonction $\varphi(z)$ est holomorphe à l'intérieur d'une des ellipses, on reconnaît sans peine que $A_{-n}=A_n c^{2n}$, et l'on a alors

$$\varphi(z)=\sum_{n=0}^{n=\infty} A_n\left[(z+\sqrt{z^2-c^2})^n+(z-\sqrt{z^2-c^2})^n\right].$$

» Les termes de la série sont, dans ce cas, des polynômes en z.

» Considérons d'une manière plus générale les équations

$$x=\sum_{k=0}^{k=m}\alpha_{2k+1}\cos(2k+1)\theta\left[(\lambda+\sqrt{\lambda^2-c^2})^{2k+1}+(\lambda-\sqrt{\lambda^2-c^2})^{2k+1}\right],$$
$$y=\sum_{k=0}^{k=m}\alpha_{2k+1}\sin(2k+1)\theta\left[(\lambda+\sqrt{\lambda^2-c^2})^{2k+1}-(\lambda-\sqrt{\lambda^2-c^2})^{2k+1}\right].$$

» Pour $\lambda=c$, la courbe se réduit à un segment de droite sur l'axe des x, et supposons, ce qui est possible, les coefficients tellement choisis que, λ variant de c à une certaine valeur λ_1, on obtienne une série de courbes ne se coupant pas. Pour toute fonction uniforme et continue entre deux de ces courbes, on aura le développement (1). Dans le cas où la fonction est holomorphe à l'intérieur d'une de ces courbes, on a, comme précédemment, $A_{-n}=A_n c^{2n}$, et, en groupant les termes deux à deux, on obtient le développement de la fonction en une série de termes qui sont des fonctions algébriques de z. Les points critiques de ces fonctions algébriques sont situés en dehors du contour. »

SPECTROSCOPIE. — *Déplacement de raies spectrales, dû au mouvement de rotation du Soleil.* Note de M. L. **Thollon**, présentée par M. Desains.

« Dans une Note présentée à l'Académie par M. Desains, dans la séance du 13 janvier 1879, j'ai donné le résultat de quelques expériences faites sur le Soleil à l'aide d'un spectroscope dont le pouvoir dispersif équivaut

à celui de trente prismes environ. Depuis, j'ai pu continuer mes études, et je suis arrivé à un résultat qui me semble devoir intéresser les savants.

» Pensant que l'énorme pouvoir dispersif dont je dispose me permettrait de constater le déplacement de raies dû au mouvement de rotation du Soleil, j'ai calculé ce déplacement d'après la formule de M. Fizeau; il est, dans le jaune, de $\frac{1}{150}$ de l'intervalle des raies D. Or, dans mon appareil, la distance apparente de ces raies est de 15 à 18 millimètres. En projetant sur le milieu de la fente les deux bords opposés du disque solaire appartenant aux régions équatoriales, les déplacements de raies dans les deux moitiés du spectre, étant égaux et de sens contraire, pouvaient atteindre et dépasser même $\frac{2}{10}$ de millimètre, quantité facilement appréciable. Ce calcul me permettant de croire à un résultat décisif, j'ai disposé l'expérience de la manière suivante : Un faisceau de lumière solaire, rendu et maintenu horizontal par un héliostat, est reçu sur un objectif de lunette ayant 4 pouces de diamètre et $1^m,80$ de distance focale. L'image produite au foyer tombe sur la fente de mon spectroscope, orienté lui-même avec soin sur l'axe du faisceau lumineux. Entre l'objectif et l'héliostat se trouve une monture tournante, dans laquelle sont encastrés deux excellents prismes à réflexion totale, que je dois à l'obligeance de M. Laurent. Les faces hypoténuses de ces prismes, appliquées l'une contre l'autre, sont à la fois sur l'axe de rotation de la monture et sur celui du faisceau lumineux, tandis que les arêtes des angles droits lui sont perpendiculaires. L'objectif ne reçoit ainsi que les deux portions du faisceau qui ont traversé les prismes après s'être réfléchies totalement sur les faces hypoténuses, et forme à son foyer deux images de même sens et qui se superposent. En introduisant entre les deux prismes une petite bande de papier, je sépare les deux images, et avec un peu de soins et de précautions on parvient à les rendre tangentes. Les deux points qui se touchent ainsi représentant toujours les extrémités d'un diamètre solaire, on peut, en faisant tourner les prismes, amener au contact les deux extrémités du diamètre équatorial et les projeter sur le milieu de la fente.

» La monture actuelle de mon spectroscope ne me permet pas de l'incliner sur son axe; la fente reste donc toujours verticale; le miroir de l'héliostat n'est pas très-bon et ne permet pas d'obtenir des images suffisamment nettes; de plus, quand j'ai fait mes expériences, l'atmosphère n'avait ni le calme ni la transparence nécessaires; enfin, le local où j'ai opéré est exposé à de nombreuses et violentes trépidations : néanmoins, en dépit de ces conditions désavantageuses, j'ai constaté un déplacement de raies

parfaitement net et se rapportant sensiblement à celui que j'avais calculé.

» Afin de mettre chacun à même de contrôler dans une certaine mesure les résultats obtenus, je vais exposer les faits tels qu'ils se sont produits. Le spectroscope étant installé à peu près au nord-nord-est de l'héliostat, j'ai fait tourner les prismes jusqu'à ce que leurs faces hypoténuses fussent perpendiculaires à l'équateur des images solaires, puis j'ai amené le point de tangence sur le milieu de la fente. Le spectre apparaissait alors comme partagé en deux par une ombre transversale; les raies métalliques éprouvaient à leur passage dans cette ombre une brusque déviation, et, à partir de cette région, les deux moitiés d'une même raie n'étaient plus sur le prolongement l'une de l'autre. Le phénomène était si net, que l'observateur le moins expérimenté aurait pu le constater. Pendant la matinée, le déplacement s'opérait toujours du côté du violet, dans la moitié inférieure; vers le soir, il s'opérait en sens inverse et il était d'autant plus prononcé qu'on l'observait dans des régions plus réfrangibles. Les raies telluriques n'éprouvaient aucun changement; l'une d'elles, très-voisine de celle du nickel (entre D_1 et D_2), permettait de constater avec une remarquable netteté les déplacements de cette dernière; dans les deux moitiés du spectre, l'intervalle des deux raies différait d'une façon notable et tout à fait évidente. Enfin, en faisant tourner les prismes de 90 degrés, il n'y avait plus d'apparence de déplacements.

» Bien des tentatives ont été faites pour vérifier expérimentalement la loi des variations des longueurs d'onde dues au mouvement de translation du corps sonore ou lumineux. Sans entrer dans un examen critique de ces essais, il est permis de dire que, si cette loi a été vérifiée d'une manière incontestable pour les ondes sonores, il n'en est pas de même pour les ondes lumineuses. Les résultats obtenus sur ce dernier point sont loin d'être incontestés. L'expérience qui vient d'être décrite ne saurait évidemment trancher la question d'une façon définitive, mais elle me donne la certitude qu'avec mon appareil et une installation convenable le phénomène du déplacement des raies se produirait avec une telle évidence, que le doute ne serait plus possible. »

PHYSIQUE. — *Sur la radiation du platine incandescent*. Note de M. J. **Violle**.

« I. J'ai fait un certain nombre de mesures de l'intensité de la lumière rouge émise par le platine à différentes températures, de 900 à 1775 degrés,

point de fusion du métal. En prenant pour unité l'intensité de la lumière rouge émise par le platine à 954 degrés, température de fusion de l'argent, je trouve que l'intensité I de cette même lumière, à la température t, est représentée par la formule

$$\log I = -8,244929 + 0,011475t - 0,000002969t^2,$$

ce qui donne

A 800°.....	I = 0,108	A 1400°.....	I = 100
900.....	0,475	1500.....	194
1000.....	1,82	1600.....	327
1100.....	6,10	1700.....	481
1200.....	17,8	1775.....	587
1300.....	45,2		

Ces nombres connus, il devient aisé de mesurer la température du platine (et, par suite, celle d'un fourneau quelconque où l'on a introduit une lame de platine), par une simple expérience photométrique. Je reviendrai plus tard sur ce point; aujourd'hui, je remarquerai que :

» 1° D'après Dulong et Petit, la quantité de chaleur ou de lumière homogène émise par un corps, à la température t, est

$$I = A a^t,$$

A étant un coefficient particulier au corps considéré et a une constante, la même pour tous les corps. Les mesures actuelles donnent pour la base a de l'exponentielle relative aux rayons rouges, non point une constante, mais une fonction de t, définie par la relation

$$\log a = m - nt,$$

m et n étant deux constantes numériques, respectivement égales à 0,011475 et 0,000002969; cette base a décroît donc lentement avec la température :

A 500°......	a = 1,0233
1000......	1,0198
1500......	1,0163
1775......	1,0144

» 2° L'intensité de la lumière rouge, à peine sensible à 500 degrés, croît très-rapidement d'abord, puis de moins en moins vite, à mesure que la

température s'élève, tendant vers un maximum égal à 696 pour $t = 1933°$; à partir de ce point, I décroît, et, à 2910 degrés, si la formule convient encore à ces températures, l'intensité de la lumière rouge ne sera plus que ce qu'elle était à la température de fusion de l'argent.

» 3° L'intensité d'une radiation donnée ne croîtrait donc pas indéfiniment avec la température, mais elle passerait par un maximum pour une certaine valeur de la température et décroîtrait ensuite pour devenir insensible à un point déterminé, de même qu'elle n'a commencé à être appréciable qu'à partir d'une certaine température.

» 4° La lente variation de a avec la température, dans la formule $I = A a^t$, n'affecte pas sensiblement les valeurs de I pour des excès de moins de 300 degrés, comme ceux auxquels s'étaient bornés Dulong et Petit. Pour des excès plus considérables, si l'on englobe toutes les radiations simples composant la chaleur ou la lumière émise en une seule radiation moyenne, prenant encore

$$I = \mathcal{A} \alpha^t,$$

au lieu de

$$I = A_1 a_1^t + A_2 a_2^t + \ldots + A_n a_n^t,$$

la décroissance de $a_1, a_2, \ldots, a_n$ avec la température étant compensée par la prédominance de plus en plus marquée des termes relatifs aux radiations les plus réfrangibles, pour lesquelles la base de l'exponentielle est plus grande, α pourra encore paraître sensiblement constant pendant un certain temps.

» II. En faisant passer l'ensemble des radiations émises par le platine en fusion à travers une lame de sel gemme ou une lame d'alun de 4 millimètres d'épaisseur, et recevant ensuite le faisceau sur une pile thermo-électrique reliée à un galvanomètre, j'ai trouvé que la chaleur lumineuse transmise à travers l'alun était $\frac{1}{4,5}$ de la chaleur totale transmise par le sel gemme. Si l'on rapproche cette observation de celle de M. Desains, qui n'a trouvé dans le spectre du platine incandescent qu'une fraction insignifiante de chaleur lumineuse (*Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 285), on en conclura qu'à 1775 degrés les radiations les plus réfrangibles ont pris dans le spectre du platine une valeur relative qu'elles étaient loin d'avoir quelques centaines de degrés plus bas. La composition du rayonnement total émis par le platine n'a donc pas moins changé que l'intensité de ce rayonnement, devenu, comme l'on sait, comparable, en ces hautes températures, à celui des sources les plus lumineuses. »

PHYSIQUE. — *Sur l'illumination des lignes de pression moléculaire, et sur la trajectoire des molécules.* Note de M. **W. Crookes**, présentée par M. Th. du Moncel.

« J'ai étudié l'espace obscur qui enveloppe le pôle négatif dans un tube de Geissler après que l'étincelle d'induction y a passé, et, après plusieurs expériences faites en variant la position des pôles, l'intensité de l'étincelle et la nature des gaz sur lesquels le vide a été fait, je suis arrivé aux conclusions suivantes :

» 1° Quand on développe une forte excitation moléculaire dans un disque métallique par une action électrique, on détermine une vibration qui se révèle à la surface du disque et sur le gaz qui l'environne. Dans un milieu dense, la perturbation moléculaire s'éteint à peu de distance du métal; mais, à mesure que ce milieu se raréfie, la zone de cette perturbation s'étend de plus en plus. Dans l'air, à une pression de $0^m,078$, elle atteint un minimum de $0^m,008$ au-dessus de la surface du disque, en formant autour un sphéroïde aplati.

» 2° Le diamètre de cet intervalle obscur varie selon le degré de perfection du vide, suivant la nature du gaz dans lequel celui-ci a été fait, suivant la température du pôle négatif et, à un moindre degré, suivant l'intensité de l'étincelle. Pour un même degré de raréfaction, ce diamètre est plus grand avec l'hydrogène et plus petit avec l'acide carbonique qu'avec l'air atmosphérique.

» 3° La forme et la grandeur de cet espace obscur ne varient pas avec la distance qui sépare les pôles, mais seulement, et encore très-faiblement, quand on change la puissance de la pile ou l'intensité de l'étincelle. Quand l'intensité électrique est grande, celle de la lumière, dans les portions du tube qui sont vides, dissimule presque complétement l'espace obscur, et on ne l'aperçoit que difficilement ; mais si on le cherche avec soin, on peut le découvrir sans qu'il soit diminué en grandeur. Il ne change même pas quand, l'étincelle étant très-faible, il est presque invisible, et quand on réduit assez la puissance de la pile, il disparaît complétement, mais sans changer de forme.

» J'ai disposé plusieurs expériences pour reconnaître si cette couche visible de perturbations moléculaires est identique avec celle des pressions ou des forces moléculaires, qui est invisible, et dont je m'occupe déjà depuis plusieurs années. Voici une de ces expériences.

» Un radiomètre ordinaire est construit avec des disques d'aluminium

pour ailettes, et chaque disque est recouvert sur un côté d'une mince pellicule de mica. L'axe du moulinet est soutenu par une crapaudine en acier très-dur, et la pointe sur laquelle il tourne est mise en rapport avec un bouton d'attache en platine soudé au verre. En haut de la boule du radiomètre se trouve un second bouton d'attache qui est également soudé dans le verre. Dans ces conditions, l'appareil est mis en communication avec une bobine d'induction, en ayant soin de relier le moulinet au pôle négatif.

» En ne tenant pas compte des phénomènes que l'on observe dans les vides très-partiels, j'ai reconnu que, aussitôt que le moulinet était mis en rapport avec la bobine d'induction, une auréole de lumière violacée et veloutée se formait au-dessus des côtés métalliques des ailettes, et que les côtés recouverts de mica restaient toujours obscurs.

» A mesure que la pression diminue, on voit se développer un espace obscur qui sépare l'auréole violacée des parties métalliques, et, à une pression d'un demi-millimètre, cet espace obscur s'étend jusqu'au verre : c'est alors que commence la rotation positive. Si l'on continue à perfectionner le vide, l'espace obscur en question augmente et paraît s'aplatir contre le verre, et la rotation devient très-rapide. Quand on substitue aux ailettes dont il a été parlé plus haut des coupes d'aluminium, des effets semblables se manifestent ; l'auréole violacée s'étend alors sur les deux faces de chaque coupe, et, en augmentant la perfection du vide, l'espace obscur, tout en s'élargissant, conserve la forme de la coupe ; le bord brillant de cet espace semble se concentrer sur le côté concave de la coupe pour former une sorte de foyer lumineux, tandis qu'il s'élargit sur le côté convexe, et, avec un vide encore plus perfectionné, l'espace obscur correspondant à ce côté finit par toucher le verre. La rotation positive de l'appareil devient alors très-rapide, et d'autant plus rapide que l'espace obscur s'étend davantage.

» Le second sujet de mes recherches se rapporte à la concentration en un foyer des lignes de force, comme cela a lieu dans l'expérience avec des ailettes en forme de coupe. Comme cette étude ne pouvait être faite dans les conditions de cette expérience, en raison de la rapidité de la rotation, j'ai fait construire un appareil dont le pôle négatif était disposé en forme de coupe et immobile. En faisant le vide dans cet appareil, j'ai pu très-facilement observer la convergence des lignes de force vers un foyer, du côté de la partie concave. Quand l'espace obscur est beaucoup plus grand que la coupe, il forme un ellipsoïde irrégulier qui s'infléchit vers le foyer, et, au dedans de la zone lumineuse, on peut distinguer un foyer de lumière d'un violet foncé qui converge et s'étend au delà des bords de l'espace obscur à mesure que les rayons divergent de l'autre côté du foyer, four-

nissant d'une manière frappante l'aspect des rayons solaires réfléchis par un miroir concave à travers un brouillard. »

M. Th. du Moncel fait remarquer, à l'occasion de cette Communication, que l'espace obscur dont parle M. Crookes ne se manifeste pas seulement dans le vide; on le retrouve tout aussi caractérisé et même peut-être plus nettement dessiné autour de l'électrode négative, quand on échange l'étincelle d'induction entre deux lames de verre, et qu'on la regarde au microscope. L'électrode négative est alors recouverte d'une belle lumière d'un bleu violet, et l'espace obscur semble se mouler sur les contours de l'électrode négative. Le phénomène présente, du reste, le même aspect que l'étincelle d'induction dans le vide; seulement il n'y a pas de stratifications



dans la lumière rose, et le tout est traversé par les traits de feu de la décharge directe, dont les points de liaison avec les électrodes sont illuminés par des scintillations lumineuses d'un grand éclat, et qui sont de couleur variable avec le métal des électrodes ; elles sont d'un jaune verdâtre avec le cuivre, d'un vert émeraude avec l'argent et le cadmium, d'un beau bleu avec le zinc et le bismuth, d'un beau jaune avec le plomb, l'or et l'étain, et d'un rouge vif avec le platine et le fer. J'ai longuement parlé de ces effets dans mon Mémoire sur la non-homogénéité de l'étincelle d'induction (p. 74-95) et dans ma Notice sur l'appareil de Ruhmkorff (cinquième édition, p. 63); mais, pour que l'expérience soit bien nette, il faut une machine d'induction donnant des étincelles courtes et nourries, telles que celles qui étaient produites par les machines que M. Ruhmkorff construisait dans l'origine. La figure ci-dessus représente cette étincelle.

ÉLECTRODYNAMIQUE. — *Sur les phénomènes électrodynamiques, et en particulier sur l'induction.* Note de M. **H. de Meaux**, présentée par M. Cornu.

« L'idée paraît se répandre parmi les électriciens que, pour soustraire un conducteur télégraphique à l'action inductrice de conducteurs voisins, il suffit de les recouvrir d'une enveloppe métallique en communication avec le sol ([1]). Pour comprendre l'importance qu'un semblable résultat aurait au point de vue pratique, il suffit de se rappeler combien le fonctionnement du téléphone est entravé par le voisinage de conducteurs en activité. D'un autre côté, les expériences citées à l'appui de cette idée sont trop peu précises, pour être concluantes, et il est probable qu'elle repose surtout sur des considérations tirées de la loi de Faraday, relative à l'action de corps électrisés qu'entoure un conducteur communiquant avec le sol. Or cette loi suppose que l'équilibre électrique existe sur les corps en présence, et, par suite, on n'est pas autorisé à l'appliquer *a priori* à la période durant laquelle cet équilibre s'établit. La question scientifique de savoir si, en fait, cette loi comporte une semblable extension se trouve ainsi soulevée. A ce double point de vue, il nous a paru intéressant d'étudier le cas particulier où les corps en présence sont des fils télégraphiques. Nous pouvons conclure de nos expériences que, loin d'être la même que pour les actions *électrostatiques*, la loi relative à l'*induction dynamique* peut, dans le cas considéré, s'énoncer ainsi : *Dans un circuit fermé, on ne change pas l'intensité du courant déterminé par l'induction d'un conducteur cylindrique indéfini sur un autre de même forme, en entourant l'un ou l'autre de ces conducteurs ou même chacun d'eux d'une enveloppe métallique concentrique, communiquant avec le sol dans toute sa longueur.*

» Quatre câbles à un seul fil étaient, sauf de petites sections en tranchées, suspendus le long des égouts qui règnent presque sans interruption entre l'hôtel des Télégraphes et la porte Rapp ([2]) ; deux de ces câbles, A_g et B_g, étaient recouverts d'un guipage en coton par-

---

([1]) Articles sur le *Téléphone*, dans le *Journal télégraphique international* du 25 novembre 1877, citant *The Telegraphic Journal*, et dans les *Annales télégraphiques*, janvier-février et juillet-août 1878.

([2]) Les expériences ont eu lieu au mois de février 1878, lors de l'établissement des communications télégraphiques destinées à desservir le palais de l'Exposition. J'aurais désiré les compléter et les varier; mais l'autorité légitime dont jouissent auprès des électriciens les noms sous le patronage desquels s'est produit le procédé signalé plus haut me donne lieu de craindre qu'il n'acquière un crédit de nature à causer des mécomptes.

dessus la gaîne isolante, les deux autres, A_p et B_p, étaient en outre revêtus d'une enveloppe en plomb qui communiquait à la terre par les parois humides de l'égout; les deux câbles A s'arrêtaient à la porte Rapp, où ils étaient à la terre, les deux autres passaient à cet endroit de l'autre côté de l'égout et revenaient à la rue de Grenelle. Le courant d'une pile était envoyé dans l'un des câbles A, et l'on notait l'impulsion que le courant induit imprimait à l'aiguille d'un galvanomètre Thomson, relié à l'un ou l'autre des deux câbles B. Voici, parmi plusieurs expériences concordantes, les chiffres obtenus le 23 février :

	A_g agissant sur B_g.	A_p sur B_g.	A_p sur B_p.	A_g sur B_p.	A_g sur B_g (1).
Déviation initiale..........	28 à 29 div.	24 à 25	25	24	27 à 28
Déviation permanente......	2	0	0	0	2

» L'accord entre ces chiffres est complet, si l'on remarque que le courant envoyé sur A_g (expériences 1 et 4) se dérive légèrement à la terre et sur B_g ; cette dernière portion traversant le galvanomètre dans le même sens que le courant induit, augmente l'écart d'impulsion d'une quantité égale au double de la déviation permanente qu'elle détermine lorsqu'elle agit seule (2).

» L'objection tirée de ce que l'équilibre électrique n'existe pas au moment où l'induction se produit perdrait de sa force s'il s'agissait de courants arrivés à l'état permanent. L'équilibre, à la vérité, n'existe pas encore dans ce cas, et le mouvement électrique qui constitue le courant, introduit, dans les phénomènes électrodynamiques proprement dits, un élément prépondérant, dont il n'est pas tenu compte dans la loi de Faraday; mais la distribution électrique reste stable le long du conducteur parcouru par un courant permanent, et l'on pourrait trouver à ce conducteur plus d'analogie avec un fil isolant le long duquel seraient réparties certaines masses électriques qu'il n'y en avait pour un circuit induit. Malgré cette analogie cependant, la loi de Faraday n'a pas été étendue aux courants permanents, et, dans la construction des galvanomètres où l'aiguille est séparée du circuit par une enveloppe en cuivre plus ou moins complète, destinée à amortir ses oscillations (3), on ne prend aucune précaution pour isoler du sol ces

(1) L'impulsion en sens inverse, déterminée par la décharge, était toujours un peu inférieure à celle de la charge : 25, 23, 24, 20 à 21.

(2) Si elles ne modifient pas les effets de l'induction, les enveloppes métalliques peuvent cependant, on le voit, exercer une action favorable sur le fonctionnement des fils qu'elles recouvrent; elles préviennent les dérivations qui tendraient à se produire de l'un à l'autre, et les protégent contre l'humidité qui favoriserait les pertes de courant. Ainsi s'explique sans doute l'amélioration qui est résultée de leur emploi dans les expériences auxquelles nous faisions allusion en commençant.

(3) Par exemple, dans le galvanomètre apériodique de M. du Bois-Reymond, et dans

enveloppes. On peut conclure de cette pratique que la loi de Faraday ne s'applique pas non plus aux phénomènes électrodynamiques; il nous a paru utile néanmoins de vérifier cette conclusion au moyen de deux bobines portant l'une du câble sous guipure, l'autre une égale longueur de câble sous plomb, dont l'enveloppe communiquait au sol. Nous avons reconnu qu'en effet ni l'enveloppe du câble, ni celle dont on entoure l'aiguille aimantée ne modifient la déviation qu'éprouve celle-ci dans une position déterminée par rapport au circuit.

» Nous sommes donc fondé à dire que les phénomènes d'induction, dans les circuits fermés, sont dus à la cause spéciale qui produit les phénomènes électrodynamiques, et les effets de condensation statique qui peuvent coexister avec le courant induit n'ont aucune influence sur l'intensité de ce dernier. En effet, pour expliquer que l'intensité du courant induit reste la même, que le courant inducteur soit ou non entouré d'une enveloppe conductrice en communication avec le sol, il ne suffirait pas de remarquer que la couche électrique de nom contraire, développée à l'intérieur de l'enveloppe, par suite des réactions électrostatiques, ne posséderait pas instantanément une quantité d'électricité égale à celle qui compose le courant inducteur; il résulterait simplement de là, si le courant induit était produit par les forces statiques, qu'il devrait y en avoir un dans les deux cas, mais la présence de l'enveloppe devrait en diminuer l'intensité. L'intensité restant la même, on doit chercher la cause du courant induit dans ces forces électrodynamiques sur lesquelles l'enveloppe métallique n'a pas d'influence. »

PHYSIQUE. — *Sur un nouveau téléphone Bell, parlant à haute voix.* Note de M. **Gower**, présentée par M. Th. du Moncel.

« Des perfectionnements de détails m'ont permis de rendre le téléphone Bell susceptible de reproduire la parole et les sons quelconques assez haut pour être entendus à distance; on peut même les transmettre, étant placé à une certaine distance de l'instrument, comme avec un bon microphone, mais sans nécessiter aucune pile. Ces résultats avantageux peuvent être attribués :

» 1° A ce que l'aimant, dont les pôles sont placés en regard l'un de

---

celui qui sert à mesurer les intensités magnétiques absolues par la méthode de Gauss, où les enveloppes sont complètes.

l'autre, comme dans l'électro-aimant de Faraday, est dans de meilleures conditions que dans les appareils ordinaires;

» 2° A ce que le diaphragme est plus épais, plus grand et surtout plus tendu que ceux que l'on construit ordinairement;

» 3° A ce que la boîte qui renferme le tout est métallique et disposée de manière à constituer une caisse sonore;

» 4° A ce qu'elle est munie d'un porte-voix qui amplifie les sons émis.

» L'appareil peut être disposé de deux manières, soit avec le porte-voix dont il vient d'être question, soit avec un tube acoustique, muni d'une embouchure. Dans le premier cas, on peut transmettre et entendre la parole à une certaine distance de l'appareil, mais il faut que le correspondant ait le tuyau acoustique à la bouche ou à l'oreille, de sorte qu'il n'y a que l'un des deux interlocuteurs qui puisse avoir l'avantage de parler et d'entendre sans se déranger de place; mais, avec de doubles appareils, on pourrait jusqu'à un certain point résoudre ce problème.

» Une particularité de ce système téléphonique, c'est qu'il peut servir d'avertisseur. Pour cela, une petite ouverture oblongue est pratiquée sur le diaphragme, et derrière cette ouverture est adaptée une lame vibrante, analogue à une anche d'harmonium. Quand on souffle dans l'appareil, cette anche entre en vibration, et les vibrations qui en résultent déterminent des courants d'induction assez énergiques pour produire un son très-fort sur le téléphone récepteur correspondant. Ce qui est curieux, c'est que la présence de cette anche ne nuit pas à la reproduction de la parole, qui s'effectue comme si cette anche n'y existait pas. »

CHIMIE. — *Sur les amalgames de chrome, de manganèse, de fer, de cobalt, de nickel, et sur un nouveau procédé de préparation du chrome métallique.* Note de M. **H. Moissan**.

« Lorsque l'on agite une solution concentrée de protochlorure de chrome dans l'eau avec de l'amalgame de sodium pâteux, le mélange s'échauffe, une partie du sodium décompose l'eau, dégage de l'hydrogène, et donne de la soude qui précipite une certaine quantité d'oxyde de chrome; l'autre partie de l'amalgame produit, par double décomposition, du chlorure de sodium et un amalgame de chrome. Pour être certain qu'il ne reste pas de sodium dans le mercure, on maintient l'amalgame obtenu pendant une heure environ dans l'eau bouillante, en agitant de loin en loin.

» Cet amalgame est liquide, moins fluide que le mercure; il se recouvre à l'air d'une couche noire d'oxyde. Il se décompose lentement en présence de l'air sec, plus rapidement en présence de l'eau.

» Chauffé à une température supérieure, à 350 degrés, dans un courant d'hydrogène, il laisse comme résidu du chrome métallique, se présentant sous l'aspect d'une substance noire, amorphe, très-peu agglutinée, qui, chauffée au rouge sombre sur la lame de platine, devient tout à coup incandescente en se transformant en sesquioxyde de chrome vert.

» Le métal ainsi obtenu est inattaquable par l'acide sulfurique bouillant et par l'acide azotique. L'acide chlorhydrique l'attaque lentement à chaud, en dégageant de l'hydrogène.

» Ce mode de préparation de l'amalgame de chrome peut s'appliquer au manganèse, au fer, au cobalt et au nickel. Schœnbein avait obtenu de cette façon les amalgames de fer et de manganèse. M. Damour avait préparé ceux de cobalt et de nickel, en traitant les chlorures de ces métaux par l'amalgame de zinc ([1]).

» Les amalgames de manganèse, de cobalt et de nickel que j'obtiens dans ces conditions ont une apparence butyreuse; ils renferment plus de métal amalgamé, pour un poids donné, que l'amalgame de chrome.

» J'ai pu obtenir aussi l'amalgame de manganèse, en décomposant par la pile une solution concentrée de protochlorure de manganèse, en présence d'une électrode négative en mercure. Il se dégage du chlore, et l'amalgame se forme. Il y a, en même temps, décomposition de l'eau; l'hydrogène se dégage à la surface du mercure, et l'ozone qui se forme sur l'électrode positive fait passer une partie du manganèse du chlorure dissous à l'état d'oxyde rouge. Pour avoir une électrode de mercure d'une grande surface, on a placé au fond d'un verre de Bohême une petite couche de mercure, dans laquelle venait tremper le pôle négatif de trois éléments à bichromate de potasse, réunis en série. Au-dessus du mercure, se trouvait la solution concentrée de protochlorure, dans laquelle trempait une lame de platine servant d'électrode positive.

» J'ai pu, dans certains cas, obtenir ainsi quelques aiguilles d'un amalgame de manganèse cristallisé, que l'on pouvait séparer du restant du mercure.

» En distillant cet amalgame de manganèse à la température d'ébulli-

---

([1]) *Annales des Mines*, 3e série, t. XV.

tion du soufre (440 degrés), on obtient du manganèse pulvérulent. Si l'on place au fond d'un tube à essai une petite quantité du métal ainsi obtenu, et que l'on fasse couler sur la paroi quelques gouttes d'acide azotique monohydraté, la chaleur développée par la réaction est très-vive, le manganèse devient incandescent. Nous avons démontré précédemment qu'il en était de même pour le protoxyde de fer pyrophorique ([1]).

» Du reste, en distillant cet amalgame dans un tube de verre traversé par un courant d'hydrogène et en ayant soin de ne dépasser que de très-peu la température d'ébullition du mercure, j'ai obtenu une poudre noire, présentant quelques parcelles pyrophoriques. On sait que l'amalgame de fer distillé dans les mêmes conditions donne du fer pyrophorique (Joule).

» Le manganèse provenant de la distillation de son amalgame décompose lentement l'eau à la température ordinaire, un peu plus rapidement à 100 degrés.

» J'ai obtenu de même, par voie électrolytique, les amalgames de nickel et de cobalt. Ces corps, d'un aspect pâteux, sont peu stables; ils s'oxydent assez rapidement au contact de l'eau, et l'on peut remarquer alors, pour l'amalgame de cobalt, par exemple, que les parties qui se trouvent au fond du tube en contact du verre mouillé, mais séparées de l'air atmosphérique, donnent de l'hydrate de protoxyde de cobalt, tandis que les parties touchant l'eau aérée se recouvrent d'un oxyde supérieur noir. M. Regnault ([2]) a démontré que ces corps se forment avec absorption de chaleur : ils rentrent donc dans la classe des corps endothermiques de M. Berthelot.

» J'obtenais, dans les conditions où je m'étais placé, des amalgames moins riches que ceux du sodium. Cela tenait, je pense, à ce que, en même temps que le courant de la pile décomposait le chlorure, l'amalgame formé réagissait sur les liquides en contact desquels il se trouvait, produisant par sa décomposition un courant inverse, qui venait détruire le premier. J'ai placé, par exemple, une solution de protochlorure de manganèse dans mon verre de Bohême, j'ai fait passer le courant pendant une demi-heure; un galvanomètre se trouvait dans le circuit. Au bout de ce temps, j'ai supprimé la pile en réunissant les deux fils, j'ai dépolarisé les électrodes et je les ai replacées comme précédemment. Le galvanomètre accusait alors un courant assez intense, inverse du précédent; et, comme l'intensité change et augmente au fur et à mesure que l'amalgame

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXIV; 1877.
([2]) *Ibid.*, t. LI et LII; 1851.

se concentre, il est probable qu'avec une pile donnée, regardée comme constante, on ne pourrait former qu'un amalgame à proportions déterminées. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation de l'éther méthylformique et de l'alcool méthylique pur.* Note de MM. CH. BARDY et L. BORDET, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville. (Extrait.)

« *Préparation de l'éther méthylformique.* — Le meilleur mode opératoire est le suivant : Dans un ballon contenant le formiate de soude séché à 130-140 degrés et pulvérisé, on introduit, d'un seul coup et en agitant, le mélange d'alcool méthylique et d'acide chlorhydrique aqueux, les trois corps étant pris en proportions équivalentes, sauf un petit excès d'alcool méthylique. On adapte au col du ballon un serpentin entouré d'eau froide qu'on ne renouvelle pas, puis, au-dessus de ce serpentin, un tube à dégagement qui conduit les vapeurs à un second serpentin soigneusement refroidi. On plonge le ballon dans un bain d'eau froide dont on élève doucement la température jusqu'à l'ébullition. L'eau qui entoure le serpentin ascendant s'échauffe peu à peu ; lorsqu'elle atteint la température de 45 degrés, ce qui n'arrive que lorsque le bain-marie qui entoure le ballon est en pleine ébullition depuis assez longtemps, on peut considérer l'opération comme terminée. On trouve alors dans le récipient placé à la sortie du deuxième serpentin un liquide qui, agité avec quelques gouttes de soude, pour le débarrasser d'une trace d'acide chlorhydrique qu'il contient souvent, puis rectifié une ou deux fois au bain-marie, fournit du formiate de méthyle parfaitement pur et anhydre, bouillant à 32 degrés.

» En partant de 2 kilogrammes de formiate de soude, nous avons obtenu, à plusieurs reprises, 1610 grammes d'éther formique pur. Le rendement théorique serait de 1764 grammes, en supposant le formiate de soude parfaitement pur et anhydre, ce qui n'a jamais lieu. Ce résultat indique donc que l'éthérification de l'acide formique a lieu d'une manière à peu près complète; fait digne de remarque, si l'on songe que la réaction se passe en présence de $2^{kg},150$ d'eau.

» Le choix de l'alcool méthylique employé dans cette préparation n'est pas indifférent. Il faut éviter la présence des impuretés dont le point d'ébullition est inférieur à celui de l'alcool méthylique et se rapproche par suite de celui de l'éther qu'on veut obtenir. Le mieux est d'employer ce que

l'industrie appelle des *méthylènes de queue*. Si l'on ne peut pas s'en procurer, on prend les beaux méthylènes à 99 degrés que l'on trouve facilement dans le commerce, et, par surcroît de précaution, on les rectifie en rejetant les portions qui passent au-dessous du point d'ébullition de l'alcool méthylique.

» *Saponification de l'éther méthylformique.* — Quand on a obtenu l'éther méthylformique, la préparation de l'alcool méthylique pur est extrêmement simple, car la saponification de l'éther est d'une facilité remarquable. On la réalise au moyen d'une dissolution de soude caustique marquant environ 30 degrés Baumé et dont on connaît le titre exact en alcali. On l'emploie en quantité équivalente à celle de l'éther à saponifier, ou tout au moins on n'en prend qu'un très-léger excès. Comme la réaction entre les deux corps est très-énergique et dégage beaucoup de chaleur, il faut prendre certaines précautions pour éviter les pertes. On met le formiate de méthyle dans un ballon plongé dans un bain d'eau maintenue très-froide; le col du ballon reçoit un bouchon à deux trous; dans l'un, pénètre l'extrémité d'un serpentin soigneusement refroidi et ouvert à son extrémité supérieure, dans l'autre se trouve un robinet. On verse la soude par l'extrémité supérieure du serpentin, en opérant par très-petites portions. On facilite l'entrée du liquide dans le ballon, en ouvrant le robinet pendant un instant. Après chaque introduction de soude, on agite légèrement le ballon. Quand toute la soude est introduite et que la réaction est tout à fait calmée, on enlève le ballon en le séparant de son bouchon, on le ferme avec un bouchon plein et on l'agite vivement à plusieurs reprises, pour faire disparaître la petite couche d'éther qui pourrait se trouver encore inaltérée. Si, à ce moment, la liqueur est encore légèrement alcaline, on la rend neutre par l'addition de quelques gouttes d'acide formique.

» Le contenu du ballon est alors distillé; on recueille tout ce qui passe jusqu'à 99 degrés et l'on obtient ainsi un alcool méthylique aqueux qui marque environ 65 degrés à l'alcoomètre. Deux distillations sur du carbonate de potasse l'amènent à marquer 100 degrés. Ces différentes opérations n'entraînent pas de pertes sensibles, de sorte qu'on obtient une quantité d'alcool correspondant presque exactement à celle de l'éther employé. On n'a plus alors qu'à distiller le produit deux fois sur du sodium, puis une fois sur un peu d'acide phosphorique anhydre, pour le débarrasser des dernières traces d'eau.

» Remarquons, en terminant, que le résidu de la saponification de l'éther méthylformique est du formiate de soude pur que l'on peut des-

sécher et employer à nouveau pour la préparation de formiate de méthyle.

» Il résulte de là qu'une quantité donnée de formiate de soude peut servir à la purification de quantités considérables d'alcool méthylique.

» Ajoutons enfin que nous avons tenté de remplacer la soude par la chaux, dans la série des opérations dont nous venons de parler, et que les résultats nous ont paru tout aussi satisfaisants. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur les principes qui donnent au* Sarracenia purpurea *ses propriétés thérapeutiques.* Extrait d'une Lettre de M. F. **Hétet** à M. le Secrétaire perpétuel.

« En analysant le *Sarracenia purpurea,* sorte de Népenthès du Nord-Amérique, qui est employé depuis quelque temps pour le traitement des affections rhumatismales et goutteuses, j'ai pu constater plusieurs principes, et particulièrement une matière alcaline, dont les caractères sont identiques à ceux de la *vératrine*. La cristallisation est la même, en beaux prismes et en octaèdres du système orthorhombique. Elle se comporte de même avec les principaux dissolvants neutres; elle donne les mêmes réactions avec les acides et les solutions employées pour distinguer les alcaloïdes, soit, en particulier, les colorations successives avec l'acide sulfurique concentré, avec l'acide sulfomolybdique et surtout l'acide chlorhydrique à chaud, qui produit cette belle coloration rouge violacé persistante, toute spéciale à la vératrine.

» J'y retrouve aussi une *amine* signalée par Dragendorff, mais sans détermination, et une autre substance alcaline, soluble dans l'eau, sur laquelle je n'ose encore me prononcer.

» Je continue cette étude et j'en ferai connaître les résultats définitifs. Mais j'ai pensé que les savants, et surtout les médecins, seraient bien aises de savoir que le *Sarracenia* rivalise de propriétés médicales avec les Colchicacées, quoique formant une famille éloignée, voisine des Papavéracées, d'autant que la coïncidence est frappante entre les usages thérapeutiques et l'existence de ce principe actif [1]. »

---

[1]) Ayant peu de matière à ma disposition, j'ai opéré d'abord avec 100 grammes seulement de poudre de feuilles provenant des îles Saint-Pierre et Miquelon, près de Terre-Neuve, où cette plante est très-commune.

C'est en suivant l'excellent procédé de M. Stas, pour la recherche des poisons végétaux, que j'ai pu isoler ce principe immédiat.

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la terminaison des artérioles viscérales de l'*Arion rufus. Note de M. S. **Jourdain**, présentée par M. Milne Edwards.

« Il y a une trentaine d'années, M. Milne Edwards démontra que, dans diverses régions du corps des Mollusques, il n'existe point de capillaires, comparables à ceux des Vertébrés, établissant la continuité entre le système artériel et le système veineux. Le sang qui circule dans les dernières ramifications des artères se répand dans des espaces plus ou moins irréguliers, tapissés d'un mince épithélium, creusés au sein des tissus ou occupant les interstices des organes, espaces que M. Milne Edwards désigne sous le nom de *lacunes*.

» Chez divers Mollusques, la cavité où sont renfermés les viscères fonctionne comme une vaste lacune. Le sang artériel s'y épanche, puis retourne au cœur par des canaux veineux en relation avec la cavité générale.

» Tel est le cas de l'*Arion rufus*.

» Lorsqu'on injecte, avec tous les ménagements possibles, le système artériel viscéral de cette Limace, on voit la matière à injection sourdre en fines gouttelettes à la surface des organes contenus dans la cavité viscérale.

» Dans le cas où cette cavité n'a pas été ouverte, la matière à injection la distend, puis passe dans les vaisseaux.

» Il suffit, sur un Arion asphyxié dans l'eau, d'introduire le bec de la seringue par l'un des tentacules, dont l'extrémité a été tranchée, pour remplir la cavité viscérale et consécutivement la totalité du système vasculaire. Dans ses leçons publiques, M. Milne Edwards injecte des Hélices par ce procédé.

» Si ces faits sont connus des anatomistes, on ne paraît pas s'être appliqué à rechercher, par l'observation directe, les voies par lesquelles le sang des artères s'écoule dans la cavité viscérale.

» Si l'on place sous le microscope un fragment, enlevé par une coupe tangentielle à l'un des organes contenus dans la cavité générale et qu'on en examine la face externe sous un grossissement de 200 à 250 diamètres, on reconnaît que les dernières ramifications des artères, dont le diamètre est variable, gagnent toute la surface libre de l'organe, et que là elles se terminent brusquement par une extrémité tronquée et béante. C'est par ces orifices, presque toujours évasés en entonnoir, que le sang artériel passe dans la cavité générale.

» L'observation n'exige pas des pièces injectées chez l'Arion : elle donne des résultats très-nets sans cette précaution, grâce aux corpuscules calcaires qui incrustent les parois des artérioles, jusqu'à leur bouche libre inclusivement.

» Hâtons-nous d'ajouter que de semblables orifices existent chez beaucoup d'autres Mollusques.

» Cette curieuse disposition anatomique nous paraît avoir été aperçue par Alder et Hancock, mais sa véritable signification a échappé à ces anatomistes. En parcourant leur bel ouvrage sur les Nudibranches de la Grande-Bretagne, nous avons été frappé des rapports existant entre la *fig.* 10 de la *Pl. IV*, famille 3, et nos propres dessins des orifices artériels. Cette figure représente grossie une vésicule terminale de la glande salivaire accessoire d'une *Doto*. On y voit des tubes ramifiés à la manière des artères aboutissant à des corps que les anatomistes anglais appellent *cellules à nucléus*. Ce sont les orifices infundibuliformes des capillaires artériels de la glande. Notons que ces auteurs avaient été frappés de ce fait, que les tubes vasculiformes correspondent exactement au diamètre des nucléus, et ils ajoutent dans une note que ceux-ci pourraient bien être les ouvertures de petits vaisseaux.

» Nous pensons que les orifices des prétendus vaisseaux aquifères des Acéphales et d'autres Mollusques sont anatomiquement de même nature que les pavillons artériels que nous venons de signaler. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur l'action physiologique du grenat ou résidu de fabrication de la fuchsine*. Note de M. **Jousset de Bellesme**, présentée par M. Vulpian. (Extrait.)

« On s'est beaucoup moins servi de la fuchsine, pour colorer les vins, qu'on ne le croit communément. La couleur de cette substance est trop franchement rouge, et, quand on l'étend, elle passe au rose et ne rappelle que très-imparfaitement la teinte du vin. Les falsificateurs se sont adressés de préférence à des matières connues dans le commerce sous le nom de *grenat*, et qui ne sont autre chose que les résidus de la fabrication de la fuchsine. Ce sont des produits complexes, très-mal définis chimiquement, mais dont la nature se rapproche merveilleusement de celle du vin.

» Le type de ce genre de teintures est le colorant Blanchard, qui se compose de grenat en dissolution dans de la mélasse. On aura une idée du

pouvoir tinctorial de ce produit, quand on saura qu'un demi-litre suffit pour donner à une pièce de vin blanc une coloration satisfaisante.

» Je me suis proposé de rechercher de quelle manière le grenat agit sur l'économie.

» Une vingtaine d'expériences, entreprises sur des animaux de nature très-diverse, chiens, chats, cobayes, lapins, grenouilles, se sont terminées constamment par la mort, au bout d'un temps qui n'a pas dépassé trois ou quatre semaines pour les mammifères et six semaines pour les grenouilles.

» Les procédés d'administration du grenat ont été variés : il a été donné en mélange avec la nourriture, en injections stomacales, sous-cutanées, intraveineuses, trachéennes. Les symptômes observés ont été constamment les mêmes.

» Deux ou trois jours après la première injection, la diarrhée apparaît. Les urines, presque immédiatement colorées en rouge vif, redeviennent bientôt à peu près incolores et très-rares.

» La diarrhée persiste, accompagnée d'un amaigrissement rapide, bien que l'appétit soit conservé. La peau est colorée en violet, ainsi que les muqueuses.

» L'animal s'affaiblit peu à peu et meurt dans le marasme. La mort survient sans convulsions; graduellement, les muscles perdent leur irritabilité, la sensibilité devient nulle; les réflexes sont presque abolis ou ne se produisent plus qu'avec une extrême lenteur. L'immobilité devient complète, et cependant, si l'on ouvre l'animal, le cœur est encore animé de contractions rhythmiques.

» Il n'est pas besoin de doses considérables pour arriver à ce résultat. Dans une expérience, un chien de moyenne taille a reçu 3 centimètres cubes délayés avec un peu d'eau, en six injections, les 13, 15, 18, 20, 22 et 25 juin; il est mort le 26, c'est-à-dire au bout de treize jours.

» Un jeune chat n'a reçu que 1 centimètre cube en deux injections; il est mort le douzième jour.

» Ce qui frappe à l'autopsie, c'est la coloration intense des organes. Tous les tissus sont colorés en violet, mais inégalement. Le foie, la rate, sont absolument noirs, les ganglions lymphatiques sont d'un violet sombre, le rein violet, le sang et le poumon rose vif.

» Des coupes pratiquées dans ces organes montrent que les espaces lymphatiques sont gorgés de granulations irrégulières, amorphes, d'un violet intense. Or la matière injectée est parfaitement soluble; sous l'influence des milieux liquides de l'organisme, cette matière colorante très-soluble s'est précipitée et a formé un composé granuleux très-peu soluble, qui ne peut être éliminé.

» L'administration par le tube digestif offre une particularité intéressante : l'absorption de la matière colorante se fait d'abord rapidement, puis

bientôt les muqueuses intestinales paraissent engorgées par les granulations insolubles, et l'absorption se ralentit. L'animal mange avec avidité, sans se nourrir, et la dose journalière de grenat est rejetée avec les fèces. Les animaux meurent plus lentement que lorsque cette substance leur est administrée en injections sous-cutanées ([1]).

» On trouve habituellement dans le sang un excès d'urée. Nous avons trouvé jusqu'à 0,336 pour 100, tandis que la proportion moyenne normale est de 0,016.

» L'urémie est donc le caractère saillant de la mort par l'administration du grenat. Elle est consécutive à l'état du rein, dont les glomérules de Malpighi sont obstrués par les granulations colorées, et dont, par conséquent, la surface sécrétante est considérablement réduite.

» En résumé, on peut dire que, si le grenat n'a pas absolument les caractères d'une substance toxique, puisqu'on peut porter la dose aussi haut que possible sans provoquer une mort rapide, néanmoins il doit être rangé dans la catégorie des substances nuisibles, dont l'introduction dans l'économie ne peut avoir que des effets pernicieux. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la quantité de lumière perdue pour la mise en activité de l'appareil visuel, et ses variations dans différentes conditions.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. A. Vulpian.

« Plusieurs observateurs ont déjà remarqué, non-seulement à propos du sens de la vue, mais pour un nerf ou pour un appareil sensible quelconque, que la sensation provoquée par une excitation appropriée ne suit pas immédiatement cette dernière, mais qu'il y a entre l'excitation et la sensation un certain intervalle de temps pendant lequel l'excitation n'agit pas. Tout appareil de sensibilité paraît donc posséder une certaine inertie qu'il faut vaincre tout d'abord avant de produire une sensation. Or, j'ai pu mettre nettement en relief et mesurer avec assez d'approximation, en ce qui concerne l'appareil de la vision, la quantité de lumière qui est employée à vaincre cette inertie et qui vient ainsi frapper l'œil en pure

---

([1]) Mon collègue, M. le professeur Audouard, qui m'a prêté son concours dans ces expériences, et moi, n'avons point noté, comme MM. Feltz et Ritter l'ont fait pour la fuchsine, la présence constante de l'albumine dans l'urine. Celle-ci s'y rencontre quelquefois, mais irrégulièrement.

perte. De plus, l'expérience répétée dans différentes conditions déterminées m'a donné des résultats importants au point de vue de la distinction des sensibilités lumineuse et chromatique, résultats qui confirment ceux qui sont énoncés dans mes Notes précédentes sur ce sujet.

» On fait facilement l'expérience avec l'appareil dont j'ai exposé le principe à l'Académie le 18 février 1878, et qui m'a déjà servi à graduer à volonté l'intensité d'une lumière donnée. Si, à l'aide de cet appareil, on augmente graduellement à partir de zéro l'intensité d'une lumière présentée à l'œil, la sensation lumineuse se produit pour un certain minimum déterminé. Mais, chose importante, l'œil est capable de percevoir une lumière encore plus faible que ce minimum; en effet, si, une fois la sensation produite, on affaiblit lentement la lumière qui lui avait donné naissance, cette lumière est encore perçue alors qu'elle a perdu une grande partie de son intensité. Il y a donc eu dans la production de la sensation lumineuse une certaine perte de lumière, employée à mettre en branle, si l'on peut ainsi parler, l'appareil visuel. On peut facilement apprécier cette perte de lumière en évaluant la différence entre la quantité de lumière qui a déterminé la sensation et celle pour laquelle la sensation déjà produite a cessé d'être possible.

» Dans les expériences faites sur un œil dans son état d'activité ordinaire, j'ai trouvé que cet œil pouvait encore percevoir une lumière réduite au tiers ou au quart de l'intensité minimum pour laquelle la sensation lumineuse s'était produite tout d'abord.

» Mais, si l'on vient à faire séjourner l'œil dans l'obscurité pendant cinq minutes ou davantage, cette différence s'exagère dans des proportions très-considérables, si bien qu'on peut, sous l'influence d'un repos suffisant, arriver à percevoir, en dernière analyse, une lumière cinquante ou cent fois plus faible que la lumière minimum capable de faire naître la sensation initiale.

» Cette différence capitale entre l'inertie d'un œil reposé dans l'obscurité et celle de l'œil actif a lieu, *en ce qui concerne la production de la sensation purement lumineuse,* sous l'influence de lumières colorées, monochromatiques ou autres, aussi bien que pour une lumière blanche quelconque.

» En ce qui concerne maintenant la sensation de couleur, qui se produit sous l'influence d'une excitation chromatique un peu plus intense, on décèle facilement encore la perte d'une certaine quantité de lumière pour la mise en jeu de ce mode de sensibilité.

» Mais, si l'on étudie cette inertie de l'appareil de la sensibilité chromatique dans les deux conditions précédentes, d'abord dans un œil à l'état ordinaire, d'autre part après le séjour de cet œil dans l'obscurité, on ne constate plus de différence appréciable, à l'encontre de ce qui se passe pour la sensibilité lumineuse.

» Ce fait assez curieux vient donc confirmer la distinction que mes précédentes expériences (les premières ont été faites avec la collaboration de M. Landolt) ont établie entre la sensibilité lumineuse et la sensibilité aux couleurs. L'ensemble de tous ces faits concourt à renverser l'opinion courante qui considère la sensation de lumière blanche comme résultant de la production simultanée de plusieurs sensations de couleur de nature déterminée et comme étant, en somme, une sensation chromatique complexe; il montre, au contraire, que la sensation de lumière est tout à fait indépendante de la sensation de couleur, et qu'elle est une réaction plus simple de l'appareil visuel.

» Quant à l'augmentation de l'inertie propre à l'appareil de la sensibilité lumineuse sous l'influence du séjour dans l'obscurité, je la rapprocherai des faits du même ordre que j'ai montrés se produisant sous cette influence, tels que l'augmentation de la sensibilité lumineuse et le ton blanchâtre qui s'ajoute dans ces conditions à une couleur saturée.

» Ce nouveau fait se prête, du reste, à la même interprétation que les précédents : M. Plateau a montré depuis longtemps que la rétine emmagasine d'abord une certaine quantité de lumière avant de l'utiliser; s'il est vrai que la sensation lumineuse soit liée à l'action de la lumière sur le rouge de la rétine, il n'y a rien d'étonnant à ce que, la proportion de cette substance augmentant dans l'obscurité, l'absorption de lumière précédant la sensation soit alors plus considérable. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la phosphorescence de la viande de homard.* Note de MM. C. Bancel et C. Husson. (Extrait.)

« .... La première altération observée sur la viande des animaux marins est la formation d'une substance gélatineuse, et c'est à ce moment qu'apparaît la phosphorescence.

» L'examen montre alors, au microscope, deux espèces de germes : à la surface, des cellules qui déterminent sans doute cette sorte de fermentation muqueuse; dans le mucus, des bactéries infiniment petites.

» Les premières, d'un jaune roux, sont aérobies, et il nous paraît démontré que ces cellules agissent comme les plantes, c'est-à-dire que, pendant le jour, elles décomposent l'acide carbonique de l'air, en fixant le carbone et en mettant en liberté l'oxygène, qui reste en dissolution dans le liquide.

» Si ce liquide renferme un germe anaérobie, celui-ci est arrêté dans son développement; il est anesthésié, en quelque sorte. Mais, la nuit, la cellule dégageant, au contraire, de l'acide carbonique, le germe vit alors, et les conséquences de cette vie sont la destruction des matières qui l'entourent, avec condensation d'oxygène d'une part, et d'autre part, production d'hydrogènes carboné et phosphoré, quand le milieu où le germe se développe renferme des substances phosphatées.

» Lorsqu'on songe à la puissance oxydante des ferments, on peut admettre que ces produits hydrogénés sont brûlés au fur et à mesure qu'ils se forment. Ainsi se trouve expliquée la phosphorescence.

» Tous les faits que nous avons observés prouvent que la phosphorescence du homard est due à une fermentation analogue. Ce qui le confirme encore, c'est que le ferment de la phosphorescence est détruit par le ferment putride, de la même manière que les vibrions de la putréfaction étouffent les bactéries du charbon. »

M. **Mége-Mouriès** adresse une Note sur les propriétés du sel marin, comparées à celles de l'eau de mer.

Suivant l'auteur, le chlorure de sodium, extrait de l'eau de mer par l'évaporation au feu et par des cristallisations successives, est réduit à jouer, dans notre alimentation, le rôle d'un condiment. Il y aurait avantage à éliminer simplement de l'eau de mer les chlorures déliquescents et à évaporer ensuite dans le vide : on conserverait ainsi les principes organiques, dont les propriétés nutritives ou hygiéniques lui paraissent incontestables.

M. E. **Nasse** adresse, d'Épernay, une Note sur une pluie *liquide* qui a couvert d'une couche épaisse de glace la surface de la terre.

Cette sorte de verglas ne peut être attribuée à la basse température des corps solides que l'eau venait couvrir, car on a pu observer une croûte épaisse se formant progressivement sur les parapluies, sur les vêtements de personnes qui sortaient d'appartements chauffés. Pour expliquer le phénomène, il faut admettre que les gouttes d'eau étaient, avant la chute, à l'état de *surfusion*, à une température inférieure à zéro. La rencontre des

corps solides devait en déterminer la solidification, au moment même où elle se répandait en couche mince à la surface de ces corps.

M. C. Decharme adresse, d'Angers, une Note sur le même phénomène, observé les 22 et 23 janvier.

L'épaisseur de la glace formée sur les arbres, sur les fils métalliques et sur tous les objets extérieurs, a atteint 2 centimètres; certaines feuilles d'arbustes étaient chargées d'un poids de glace égal à cinquante fois leur propre poids. Un grand nombre de branches d'arbres se sont brisées, lorsque le commencement du dégel est venu interrompre la continuité entre la couche de glace qu'elles portaient et celle qui couvrait les branches plus grosses.

M. L. Hugo adresse des « Observations sur l'interprétation de M. *Appell*, relative aux valeurs imaginaires du temps ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 janvier 1878.

(suite.)

Recherches sur la résistance des fluides; par M. A. Pénaud. Meulan, impr. A. Masson, 1878; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société philomathique de Paris.*)

Isaac Pereire. *La question religieuse.* Paris, C. Motteroz, 1878; br. in-8°.

Enseignement de la Gymnastique dans l'Université. Paris, Impr. nationale, 1878; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani; disp. 11ª, novembre 1878. Palermo, tipogr. Lao, 1878; in-4°.

Cenni geologici sul territorio dell' antico distretto di Oggiono. Memoria dai fratelli Ant.-E.-Gio. Batta-Villa. Milano, tip. degli Ingegneri, 1878; in-8°.

Atti del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti dal novembre 1876 *all' ottobre* 1877; t. III, serie quinta, disp. 8ª, 9ª, 10ª. Venezia, 1876-77; 3 livr. in-8°.

Atti del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti dal novembre 1877 *all' ottobre* 1878; t. IV, disp. 1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª, 6ª, 7ª, 8ª, 9ª. Venezia, 1877-78; 9 livr. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 JANVIER 1879.

Projet de loi sur la police sanitaire des animaux, présenté, au nom de M. le maréchal de Mac-Mahon, duc de Magenta, par M. TEISSERENC DE BORT, *Ministre de l'Agriculture et du Commerce.* Imprimerie du Sénat, 1878; in-4°. (Présenté par M. Bouley.)

A. SANSON. *L'état actuel de la Zootechnie.* Versailles, imp. Cerf, 1878; br. in-8°. (Extrait de *la Philosophie positive.*) (Présenté par M. Bouley.)

Note sur une des causes de la lithiase urique et oxalique chez les enfants du premier âge; diagnostic et traitement; par le Dr A. ROBIN. Clichy, impr. P. Dupont, sans date; br. in-8°. (Extrait du *Journal de Thérapeutique.*) (Présenté par M. Bouley.)

Nouveau mode de propagation de la fièvre paludéenne; par le Dr LECADRE. Paris, impr. Chaix, 1878; br. in-8°.

L'année 1877 *au Havre; par le* Dr LECADRE. Paris, Baillière et fils, 1878; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey, pour le Concours de Statistique de l'année 1879.)

Recherches sur la quercite; par L. PRUNIER. Paris, Gauthier-Villars, 1878; in-8°. (Adressé au Concours Jecker de l'année 1879.)

Étude sur l'hygiène oculaire au Lycée de Lyon; par le Dr H. DOR. Paris, G. Masson, 1878; br. in-8°. (Adressé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1879.)

De l'évolution historique du sens des couleurs. Réfutation des théories de Gladstone et de Magnus; par le Dr H. DOR. Paris, G. Masson, 1878; br. in-8°.

Histoire naturelle des Merles; mœurs et chasse des espèces qui fréquentent les environs de Paris; par XAVIER RASPAIL. Paris, 14, rue du Temple, 1878; br. in-8°.

Journal d'Agriculture de la Côte-d'Or; année 1877, XXXIXe volume. Dijon, impr. Darantière, 1878; in-8°.

Société archéologique de Bordeaux; t. IV, 3e fascicule, octobre 1877. Bordeaux, Lefebvre et Cadoret, 1877; in-8°.

Manuel pratique de l'exploration de la poitrine chez les animaux domes-

tiques ; percussion, auscultation, pnéographie ; par M. F. Saint-Cyr. Paris, Asselin et Cie, 1879; in-18. (Présenté par M. Bouley.)

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique; collection in-8°, t. V, 2e fascicule. Bruxelles, H. Manceaux, 1878; in-8°.

Giornale della Societa di letture e conversazioni scientifiche di Genova; anno I, fasc. 1-12; anno II, fasc. 1-10. Genova, tipogr. Sambolino, 1877-1878; 22 livr. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 janvier 1879.

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles; 1879, 46e année. Bruxelles, impr. F. Hayez, 1878; in-18.

Guide pratique des fabricants de sucre; par F. Leurs. Lille, impr. L. Danel, 1879; in-8°.

Notice chronologique sur la carrière et les travaux scientifiques de M. Dausse. Paris, Gauthier-Villars, 1879; in-4°.

A. Braconnier. *Description des terrains qui constituent le sol du département de Meurthe-et-Moselle. Ouvrage publié sous les auspices du Conseil général.* Saint-Nicolas et Nancy, imp. N. Collin, 1879; in-18, avec 4 photographies détachées.

Sur une loi de la persistance des impressions dans l'œil; par M. J. Plateau. Bruxelles, F. Hayez, 1878; br. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents ; 1878, décembre. Paris, Dunod, 1879, in-8°.

Annales agronomiques; par P.-P. Dehérain, t. IV, 4e fascicule, décembre 1878. Paris, G. Masson, 1878; in-8°.

Note sur la géographie botanique de la Bresse et Remarques sur la végétation de la Limagne d'Auvergne ; par M. le Dr Saint-Lager. Lyon, Assoc. typogr. C. Riotor, s. date; br. in-8°.

Séance solennelle de rentrée de l'École préparatoire de Médecine et de Pharmacie d'Alger; 28 novembre 1878. Alger, impr. Gojosso, 1878; br. in-8°.

Les moulins à farine à l'Exposition universelle internationale de 1878 ; *par* Armengaud aîné. Paris, Armengaud aîné, 1878; br. in-8°. (Extrait du XXVe vol. de la *Publication industrielle des machines, outils et appareils.*)

On bicircular quartics. — On cyclides and sphero-quartics. — On a new form of tangential equation. — On the equation of the squares of the diffe-

rences of a biquadratic. — On sphero-conics, confocal surfaces and lines of curvature. — On M' Cullagh's property of a self-conjugate triangle, and sir W. Hamilton's law of force for a body describing a conic section. — On coaxial circles. — Tetrahedra and hyperboloids. — On a reciprocal relation between the equations of a system of four circles and the equations of a system of four other circles tangential to them. — On Dr Hart's sir William Hamilton's and other properties of the « six points circle » of a plane triangle. — Properties of the eight circles which are tangential to three given circles. — Geometrical properties of the motion of a particle under the action of gravity describing a vertical circle; by John Casey. Dublin; 11 br. in-4° et in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 janvier 1879.

Atlas de la production de la richesse; par Menier. Paris, E. Plon, 1878; in-4° relié.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, t. XXV, 2e Partie; t. XXVI, 1re Partie. Genève, Cherbuliez et H. George, 1878; 2 vol. in-4°.

Étude microscopique des verres résultant de la fusion des cendres de graminées; par Ch. Vélain. Meulan, impr. de la Société minéralogique de France, 1879; br. in-8°.

Résumé météorologique de l'année 1877 *pour Genève et le Grand Saint-Bernard; par* E. Plantamour. Genève, impr. Ramboz et Schuchardt, 1878; in-8°.

Actes du Muséum d'Histoire naturelle de Rouen; par G. Pennetier. IV. Rouen, J. Lecerf, 1878; in-8°.

Les travaux publics du vingtième siècle; par A. Duveau. Chateaubriand, impr. Drouard-Frémont, 1879; in-8°.

Statistique de la vie humaine avant 1789; *par* V. de Saint-Genis. Fontainebleau, typogr. A. Pougé, 1879; in-4°. (Adressé par l'auteur au Concours de Statistique, 1879.)

Sur une nouvelle application de l'énergie potentielle des surfaces liquides; par G. Van der Mensbrugghe. Bruxelles, F. Hayez, 1878; br. in-8°.

Bulletin mensuel de l'observatoire de Zi-ka-Wei, près Chang-Haï (Chine), 1878, n° 48, 5e année, août 1878. Zi-ka-Wei, 1878; in-4°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France, nos 17 à 23, du 17 au 23 janvier 1879. Paris; 7 livr. in-4° autogr.
